ACQUEDOTTO FIORENTINO

RELAZIONE

DELLA

COMMISSIONE TECNICA

ED ALLEGATI

1863

FIRENZE

COI TIPI DI M. CELLINI E C.

ALLA GALILEIANA

1863

ACQUEDOTTO FIORENTINO

ACQUEDOTTO FIORENTINO

RELAZIONE

DELLA

COMMISSIONE TECNICA

ED ALLEGATI

1863

FIRENZE

COI TIPI DI M. CELLINI E C.

ALLA GALILEIANA

1863

COMMISSIONE

PER

L'ACQUEDOTTO DI FIRENZE

RELAZIONE FINALE

RELAZIONE

DELLA

COMMISSIONE TECNICA

INCARICATA

DAL MUNICIPIO DI FIRENZE

DELLA

RISOLUZIONE DI ALCUNI QUESITI RELATIVI AL MODO DI PROCURARE A QUELLA COSPICUA CITTÀ IL BENEFICIO DI BUONA ED ABBONDANTE ACQUA PER GLI USI DELLA POPOLAZIONE.

Le vestigia di acquedotti fatti nelle età più remote, dimostrano come fino d'allora non si rifuggisse dalle più gravi cure per provvedere d'acqua abbondante i principali centri di popolazione.

In tempi meno lontani i conquistatori del mondo, dopo d'avere largamente provveduta la loro Capitale conducendovi veri fiumi d'acqua mediante opere tanto gigantesche e solide che poterono resistere alle ire del tempo e degli uomini, e fare ancora la nostra meraviglia, non dimenticarono le altre città principali del grande impero, e quasi tutte vantano i loro acquedotti antichi, abbenchè per la barbarie dei tempi sopravvenuti, e per l'incuria degli abitatori si trovino ora ridotti per lo più allo stato di semplici ruderi.

Diradatasi la caligine del medio evo, e ritornata l'Italia ad essere madre di civiltà, in molti punti della penisola

si restaurarono, o si ricostrussero gli acquedotti; ma divisa in piccole frazioni, le mancarono i grandi mezzi di cui disponevano i Romani, e le opere nuove non poterono più raggiungere la grandiosità e l'importanza delle antiche.

Progredite le industrie e perfezionatasi l'arte di lavorare il ferro, e di formarne tubi di grandissima resistenza, la conduttura delle acque subì una grande modificazione rendendosi assai più facile e meno dispendiosa. Perciò tutte quelle città che per mancanza di mezzi o per altre cause avevano sempre soprasseduto dal procurarsi acqua buona ed abbondante, si diedero attorno con grande attività a provvedersene.

La città di Firenze fu tra le prime a preoccuparsi seriamente di queste costruzioni, non potendo i soli pozzi ordinarii di cui era provveduta, soddisfare ai bisogni degli abitanti, sia per la difficoltà di attingervi l'acqua, sia per la qualità sempre più scadente della medesima.

Ricorse pertanto alle sorgenti dei vicini monti, e vennero condotte in città le acque di Montereggi, di Colombaia, della Carraia ed altre di minor conto; ma queste pure risultarono di molto mediocre qualità, e di quantità troppo esigua per servire agli usi della popolazione.

Si tentarono allora i pozzi artesiani, e ne furono aperti tre nella città stessa; ma le medesime cause viziatrici delle acque dei pozzi comuni, esistendo anche per quelli, e per di più le acque non sollevandosi in essi fino alla superficie del suolo senza l' impiego di trombe idrauliche il sistema dei pozzi artesiani fu abbandonato, e si pensò seriamente a cercare in più lontane regioni l'acqua che per la qualità e quantità soddisfacesse ai bisogni della popolazione sempre e più rapidamente crescente.

L'acqua del fiume Sieve, lodata da valenti chimici fu prescelta, e già sotto la direzione dell' illustre ingegnere

Amadei, stavansi attivando i lavori per derivarla e condurla a Firenze, quando si dubitò se quell'acqua, torba per buona parte dell'anno, potesse arrivare limpida e perfettamente potabile in città, e se l'ingente spesa a cui il Municipio si sobbarcava di gran cuore, pel bene dei suoi amministrati, trovasse poi sufficiente compenso nella riuscita dell'opera.

Questi dubbi parvero così fondati che si soprassedette dal continuare le opere incominciate, ed il Magistrato civico, con una perseveranza che altamente lo onora, superato il disgusto e lo scoraggiamento di una prova non riuscita, circondatosi dei lumi delle persone più competenti nella materia, e dettati nettamente dei quesiti intorno a questa vitale questione, nominava una Commissione d'ingegneri, una Commissione di chimici, ed una di medici, affinchè studiate le circostanze di fatto e formulate le risposte ai quesiti proposti, restasse tracciata la via a seguirsi per raggiungere lo scopo desiderato.

La Commissione tecnica comprese tutta l'importanza del ricevuto incarico, e desiderando che il giudizio che da lei si aspettava fosse non solo coscienzioso, ma anche sodamente appoggiato ai dati della scienza e della pratica, domandò ed ottenne che le fosse aggregato un geologo, il quale, colle sue speciali cognizioni intorno alla natura ed alla stratificazione dei terreni, le servisse di sicura guida nelle occorrenti investigazioni.

Ricercando poscia quali fossero i veri bisogni della città di Firenze in fatto d'acqua, ai quali importasse di provvedere, questi risultarono sotto ogni aspetto grandissimi; e difatti la città non possiede che poca acqua di sorgente pel servizio pubblico, sgorgante in tenuissimi fili dalle fontane, e pel servizio privato vi sono i pozzi che, come già si accennava, forniscono acqua non pota-

bile e che ingenera nella popolazione perniciose malattie. Per la nettezza delle vie, per l'inaffiamento dei pubblici passeggi, pel lavamento delle fogne, non c'è acqua, e se pure le vie, massime le principali, sono abbastanza nette, se pure i pubblici giardini non sono aridi, vuolsi attribuirne tutto il merito alla solerzia del Municipio, che non tralascia cura e dispendio per rendere bello e gradito il soggiorno in quest'artistica città.

Qual beneficio sarà per Firenze l'avere sana ed abbondante acqua per tutti i bisogni dei cittadini? Svanite le malattie, rinvigoriti i corpi dall'uso d'un'acqua salubre, si avranno generazioni che allo spirito sveglio uniranno l'energia e la forza; e colla perfetta nettezza delle vie, colla costruzione delle fogne, e colla sparizione di quel neo che è il mercato vecchio, Firenze diverrà incontrastabilmente il più bel gioiello della corona d'Italia.

Lieti i Membri della Commissione di essere stati prescelti a concorrere all'attuazione d'un progetto di tanta utilità, diedero principio senza dilazione ai loro lavori, incominciando ciascuno nella quiete del suo gabinetto a studiare accuratamente ciò che si era fatto o si proponeva di fare da altri in circostanze analoghe, e ciò che in dotte scritture erasi detto sul particolare dell'acquedotto fiorentino.

Riunitisi poscia in Firenze verso la metà dell'Aprile 1862, si fecero a percorrere le principali località, dalle quali si reputava probabile di raccogliere tutta la quantità d'acqua necessaria.

La Valle d'Arno e quella della Sieve furono le prime esplorate, come pure i lavori già iniziati dallo ingegnere Amedei presso a Monte Morello richiamarono l'attenzione della Commissione, sia dal lato d'arte che da quello della loro entità.

La steccaia di Rovezzano nell'Arno, citata nei quesiti formulati dal Municipio, fu visitata in tutti i suoi particolari, abbenchè dalle nozioni che si erano ricavate dal profilo longitudinale del fiume, pubblicato dal commendatore ingegnere Manetti, risultasse non abbastanza elevata sul piano generale della città.

Tanto la Sieve quanto l'Arno per le piogge poco prima cadute correvano in quei giorni abbondanti d'acqua, la quale lungi dall'esser limpida, travolgeva grande quantità di materie terrose, tanto che la Commissione stimò molto fondato il dubbio che era sorto nei Fiorentini intorno alla possibilità di filtrare e ricondurre a limpidezza una considerevole massa di quest'acqua tanto torbida.

Raccolti vari importanti dati sulla quantità di forza motrice che può essere fornita dall'Arno in tempo di acque magre, e tenuto conto delle replicate misure dell'acqua della Sieve fatte da valenti ingegneri in epoche diverse si abbandonarono queste località per trasferirsi sull'Appennino pistoiese.

In una prima lunga e faticosa escursione si vide il versante Bolognese degli Appennini presso all'origine del Reno, che correva limpido, abbenchè piuttosto scarso d'acque; si videro pure i lavori del principal traforo del monte già bene avanzati, e le acque filtranti a traverso alle fenditure del macigno; si esaminarono alcune sorgenti esterne, e fluenti sul dorso della montagna, che non furono assorbite dagli scavi sotterranei; e finalmente si visitarono le bocche dei pozzi stati iniziati per facilitare ed abbreviare i lavori del traforo, e poi quasi abbandonati a cagione dell'acqua che ne impediva l'affondamento.

Dalla compiacenza del sig. Siben ingegnere direttore dei lavori della ferrovia, avendo la Commissione ottenuto oltre a varie importanti comunicazioni anche una com-

mendatizia pel sig. ingegnere Siwel direttore locale dei lavori della grande galleria, questi a sua volta ebbe la cortesia di accompagnare la Commissione nella sua visita e di fornirle preziosi dati sulla lunghezza del traforo eseguito e da eseguirsi, sull'avanzamento mensile del lavoro, sulla quantità d'acqua incontrata alla bocca del traforo e nei pozzi, sulla pendenza della galleria, sull' inclinazione degli strati e simili.

A queste essenziali nozioni importando che fossero unite anche quelle risguardanti la natura e composizione delle acque, si raccolsero in vari punti alcuni fiaschi delle medesime, che furono trasmessi con ogni diligenza alla Commissione chimica nominata dal Magistrato civico.

In altro giorno successivo salita la valle d'Ombrone si visitò la bocca Sud del traforo dell'Appennino del versante Toscano, e quivi si potè misurare effettivamente la quantità d'acqua defluente dalla galleria principale e da un'altra inferiore detta di Cataldera.

Nella medesima occasione si esplorò pure il monte Vestitoli ed alcune delle sue sorgenti. Quivi si arrestarono le prime escursioni della Commissione, la quale si propose di attendere la stagione estiva per rifare le misure delle acque durante la siccità, e per dar tempo alla Commissione chimica di fare le analisi delle acque trasmessele, i risultati delle quali dovevano guidare la Commissione tecnica nella seconda parte de' suoi studi e delle sue ricerche e nella sua scelta definitiva.

In principio d'Agosto le venne difatti comunicata una prima relazione della Commissione chimica (*Allegato* N.° 1), colla quale veniva dichiarato sommariamente, senza dare in numeri i varj componenti delle acque statele trasmesse, quale di esse fosse migliore in confronto delle altre.

I membri della Commissione tecnica avrebbero desiderato d'avere fin d'allora un lavoro completo e preciso per farne la base delle loro discussioni; ma considerando che a compiere le analisi quantitative richiederebbonsi ancora molti giorni, e che intanto potevano bastare le ricevute informazioni sommarie, per guadagnar tempo, verso la metà del mese stesso, approfittando del momento di massima siccità, ripresero a visitare con maggior diligenza e particolarità i luoghi già esplorati, ed alcuni altri che si credettero opportuni a completare gli studi e le ricerche iniziate.

Si trovò che l'Arno e la Sieve correvano torbidi come in Aprile e che non avevano ancor raggiunto il minimo della loro portata, quantunque molti dei loro piccoli confluenti fossero asciutti, e non poche scaturigini disseccate.

Oltre alla steccaja di Rovezzano già visitata, quella di Candeli, della Martellina e dell'Ellera furono oggetto di speciali considerazioni; e particolarmente quest'ultima che per la sua altimetria rispetto alla città, e per la sua non grande distanza dalla medesima, parve meritevole d'uno studio più accurato.

Abbenchè dalle cose lette e dalle informazioni raccolte risultasse alla Commissione che le acque di sorgenti dei dintorni di Firenze non lasciavano grandi speranze di vederle accresciute mediante nuove ricerche e nuovi lavori, pure essa desiderò di vedere almeno le principali, fra esse, parendole che ove fosse possibile di aumentarne la quantità, non dovesse trascurarsi dal farlo.

Il signor Ing. Luigi Antoni, Ispettore delle RR. Fabbriche, con tutta cortesia compiacque la Commissione nel desiderio di essere da lui accompagnata nella sua escursione a Montereggi, e quindi fu possibile ad essa di vedere le opere di raccolta d'acque e di condotta in ogni

loro parte, di farne ripetute misure e confermarsi colla ispezione delle località vicine, nell'opinione che, se la quantità d'acqua già raccolta era poca, non restava fondata speranza di poterla accrescere sensibilmente mediante altre opere.

Essendosi ottenuti risultati egualmente negativi dalle visite successivamente fatte alle acque del Monte Morello, sia alla Villa Reale della Petraja, sia a quella detta della Doccia, si abbandonarono i dintorni di Firenze per rivedere l'Appennino Pistoiese, sulle pure acque del quale la Commissione incominciava a rivolgere con una certa compiacenza i suoi pensieri.

Raggiunta la sommità del Monte alle Piastre s'incominciò a discendere verso il Bolognese per la strada che mette al villaggio di Pracchia e fiancheggiante il Reno.

La perennità delle acque di questo fiume, i monti scoscesi ed incolti da cui prende origine, e tra i quali scorre, la roccia che ne forma il letto, attrassero l'attenzione della Commissione in modo particolare; tutto promettendole che quell'acqua presa a così grande altezza e così presso alle sue origini doveva essere di qualità perfetta.

Desiderando di vedere confortata la sua opinione dalla analisi chimica, raccolse buona quantità di quest'acqua, che fu spedita alla Commissione di ciò incaricata.

I lavori del traforo dell'Appennino dalla parte Nord avevano proceduto assai attivamente dall'Aprile in poi; e nuove scaturigini s'erano trovate.

Però il complesso dell'acqua estratta da questa bocca non era aumentato sensibilmente.

I pozzi, già in parte escavati, erano stati abbandonati quasi affatto a cagione delle difficoltà generate dalla presenza di molt'acqua. Le sorgenti esterne, cioè quelle sul dorso del monte, continuavano a defluire nella medesi-

ma quantità che in Aprile. Notate alcune nuove particolarità tra cui la pendenza del Reno e la differenza di livello tra il fondo di esso e la bocca della galleria, lo stato dei lavori, il tempo creduto necessario a compire il traforo ec. ec., si abbandonarono quelle località, per rivedere anche l'altra estremità del traforo verso Pistoia.

L'acqua, col progresso dei lavori da questa parte, era sensibilmente aumentata, e malgrado la stagione, alcune sorgenti esterne si mantenevano quasi costanti. Furono percorse sei gallerie discendendo verso Pistoia, sia per vedere le piccole scaturigini in esse riscontrate, sia per esaminare la possibilità di condurre per esse le acque provenienti dal traforo principale.

Ad avere un criterio completo intorno alle acque dell'Appennino Pistoiese restavano a vedersi i torrenti Brana, e le due Buri ed il fiume Ombrone.

La Brana e le due Buri sono torrentelli con poc'acqua, di breve corso ed intermittentemente asciutti per le sottrazioni fatte a benefizio di opificj, i quali d'ordinario han pure moto intermittente per mancanza di forza motrice.

L'Ombrone ha maggior importanza dei precedenti torrenti, abbenchè spesso per le medesime ragioni si trovi secco; ma avendo corso discretamente lungo, con letto assai vasto e ghiaioso, si può credere con qualche fondamento, che sotto a quel detrito vi abbiano corso quelle acque che ricompariscono nello alveo a qualche distanza da Pistoia e formano un gran velo sotto una larga zona della pianura.

Raccolte così tutte le nozioni che porvero alla Commissione necessarie od utili al compimento del suo mandato, si ridusse a Pisa dove aperse delle discussioni sull'argomento, e convenne primieramente sulle basi di massima, che si verranno esponendo, le quali dovessero guidarla nella risoluzione del problema.

Finalmente riunitisi ancora i Membri della Commissione colla scorta delle medesime basi, e tenuto conto dei risultati definitivi delle analisi chimiche istituite sulle varie acque che si potrebbero condurre a Firenze (intorno alle quali si ricercò non solo l'avviso di uomini dotti nell'arte salutare, ma anche l'assennato giudizio del R. Collegio Fiorentino), si formularono le risposte ai quesiti proposti dal Magistrato Civico e vennero concretate alcune idee intorno al miglior modo di mandare ad effetto un'opera di cotanta utilità.

Della qualità delle Acque.

L'acqua è considerata come buona e potabile allorchè è fresca in estate, temperata in inverno; è limpida, inodora, di sapore nè disaggradevole, nè piccante, nè salmastro, nè dolce; quando contiene poche materie estranee; quando contiene molta aria in dissoluzione; quando scioglie perfettamente il sapone senza fare dei fiocchi o grumi; finalmente quando cuoce bene i legumi secchi.

Viene detta per contro acqua selenitosa, acqua dura, acqua cruda quella che contiene molti sali calcari, e che per conseguenza non discioglie perfettamente il sapone e non serve alla cuocitura dei legumi.

Fra le sostanze che si trovano ordinariamente disciolte nell'acqua alcune sono innocue alla salute purchè sieno in piccola quantità, altre sono perniciose abbenchè vi si riscontrino in dosi appena apprezzabili.

Fra le prime si può annoverare il carbonato di calce, ed il cloruro di sodio o sale comune.

Fra le seconde, il solfato di calce, detto anticamente *selènite*, il cloruro di calce, il nitrato di calce, il sol-

fato di magnesia, il cloruro di magnesia, il solfato di soda ec. ec., e le materie organiche.

Queste ultime sono perniciosissime alla salute, tanto più quando sono in istato di putrefazione: ed a lungo andare generano gravi e pericolose malattie.

L'acqua è leggera e di facile digestione allorchè contiene molto gaz ossigeno ed acido carbonico. Il gaz azoto è considerato come innocuo.

Le acque che contengono poca aria sono indigeste; e così l'acqua distillata e l'acqua sottoposta all'ebullizione non sono buone acque potabili; ma per renderle tali basta agitarle affinchè assorbano nuovamente dall'aria una sufficiente quantità dei detti gaz.

Stabiliti questi principj, che sono ammessi dalla generalità di quanti si occuparono di proposito dell'acqua e delle sue proprietà igieniche, veniamo ad esaminare quale sia fra le acque di possibile condottura a Firenze quella che meglio soddisfarebbe alle condizioni suesposte di perfetta potabilità.

Le acque che possono concorrere ad alimentare Firenze sono fra i fiumi:

1.° L'Arno.
2.° La Sieve.
3.° L'Ombrone.
4.° Il Reno, quando sia terminato il traforo maggiore dell'Appennino per la strada ferrata da Pistoia a Bologna.

Fra le sorgenti:

1.° Quelle dell'Appennino.
2.° Quelle dei dintorni di Firenze.
3.° Quelle dei pozzi comuni ed artesiani.

Mettendo a confronto fra di loro tutte queste acque mediante le accurate analisi fatte dalla Commissione chimica eletta dal Municipio, per ciò che riguarda l'Arno, la Sieve, il Reno, l'Ombrone e le sorgenti appenniniche (1) e quelle fatte dal professore Taddei delle sorgenti vicine a Firenze, e delle acque dei pozzi, si ha il seguente quadro:

(1) Vedi relazione scientifica intorno all' analisi qualitativa e quantitativa delle acque potabili proposte per la città di Firenze (*Allegato* N.° 2).

NATURA DEI MATERIALI CONTENUTI NELL' ACQUA	ARNO	SIEVE	OMBRONE	RENO	SORGENTI DELLO APPENNINO	MONTEREGGI SORGENTI VICINE A FIRENZE	ACQUE DEI POZZI DI S. CROCE
	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi
Carbonato di Calce.	0,0661	0,0718	0,0773	0,0597	0,0656	0,1750	0,2990
Carbonato di Magnesia.	0,0112	0,0251	0,0104	0,0040	0,0072	0,0015	0,0150
Solfato di Calce.	0,0075	0,0047	0,0076	0,0050	0,0031	0,0303	0,0653
Carbonato di Ferro.	0,0008	0,0007	0,0002	0,0012	0,0002	"	"
Carbonato di Manganese.	0,0002	tracce	"	"	"	"	"
Solfato di Soda.	0,0289	0,0272	0,0328	0,0420	0,0140	"	"
Solfato di Magnesia.	0,0002	0,0202	0,0009	0,0008	0,0006	"	"
Cloruro di Sodio.	0,0175	0,0250	0,0087	0,0072	0,0068	"	0,0223
Cloruro di Magnesio.	0,0018	0,0086	0,0038	0,0020	0,0030	0,0170	0,0662
Cloruro di Calcio.	"	"	"	"	"	"	0,0154
Floruro di Calcio.	tracce	tracce	tracce	tracce	tracce	"	"
Allumina (Cloruro).	0,0035	0,0008	0,0028	0,0010	0,0010	"	"
Ammoniaca.	0,0002. 070	0,0002. 000	0,0001. 800	0,0001. 450	0,0000. 160	"	"
Acido silico.	0,0014	0,0026	0,0029	0,0018	0,0025	"	"
Acido azotico.	0,0003. 700	0,0003. 400	0,0002. 900	0,0003. 200	0,0000. 400	0,0662	0,2979
Iodio (in ioduri indeterminati).	0,0000. 003	0,0000. 004	indeterm.	indeterm.	indeterm.	"	"
Sostanza organica.	0,0003	0,0002	0,0008	0,0002	0,0001	"	"
Totale per ogni litro.	0,1430. 773	0,1879. 404	0,1486. 700	0,0953. 650	0,1040. 560	0,2900	0,7741
Densità.	1,00025	1,00026	1,00036	1,00018	1,00018		
Temperatura media.	+	15 centigr.					

Questi risultati discussi ed esaminati seriamente dal R. Collegio medico-chirurgico-farmaceutico fiorentino (1), diedero luogo a classificare le anzidette acque nel modo seguente, tenendo conto della loro maggiore o minore bontà e potabilità sotto l'aspetto esclusivamente igienico.

1.° Le sorgenti dell'Appennino.
2.° Il Reno (2).
3.° L'Ombrone.
4.° L'Arno.
5.° La Sieve.
6.° Le sorgenti vicino a Firenze.
7.° Le acque dei pozzi.

Quest'ultime due però, secondo il Taddei, dovrebbero venire assolutamente escluse, perchè contenenti principii affatto nocivi alla salute, come risulta anche dall'esperienza che conferma pienamente le induzioni tratte dall'analisi chimica.

Dall'esame di questa classificazione siamo condotti a riconoscere e ad ammettere una verità poco compresa dal volgo, ma perfettamente accettata, e da molto tempo dai dotti; cioè che vi sono buone e cattive acque di sorgenti, buone e cattive acque di fiumi.

Difatti noi troviamo in prima linea le acque delle sorgenti appenniniche; troviamo affatto alla fine della Sieve le sorgenti vicine a Firenze e le acque dei pozzi.

(1) Vedi parere del detto Collegio medico (*Allegato* N.° 3).

(2) Le sorgenti dell'Appennino e le acque del Reno sono egualmente pure ed egualmente potabili, come quelle che hanno identiche origini; ma il Collegio medico-farmaceutico fiorentino crede a ragione che la preferenza debba essere accordata alle sorgenti, perchè non sono soggette ad intorbidamento ed a variazioni di temperatura.

Le prime dunque sono migliori delle acque dei fiumi, le altre ne sono molto peggiori.

Da ciò si ricava la spiegazione, del perchè tante città sono provvedute d'acqua di sorgente, e tante altre d'acqua di fiume. Allorchè le sorgenti sono di cattiva qualità, ed in quantità troppo scarsa, o a distanza tanto grande dalla città, dimodochè la spesa per condurle supera i mezzi di cui si può disporre, allora le città sono provvedute con acqua di fiume (1).

Negli altri casi le sorgenti hanno la preferenza anche per tre altre ragioni di molta importanza, cioè: 1.° hanno una temperatura più costante, e così sono fresche in estate e temperate in inverno; 2.° si mantengono sempre limpide, contrariamente a ciò che succede nei fiumi; 3.° la loro composizione è pressochè sempre la medesima in qualunque stagione, mentrechè pei fiumi la quantità dei sali disciolti e delle materie organiche varia quasi da un giorno all'altro col variare dell'importanza di qualche confluente, e la differenza è sensibilissima particolarmente fra i momenti di piena ed i momenti di massima scarsità.

Ritenendo però che sia indifferente il valersi dell'acqua di sorgente o di fiume purchè buona e pura, le acque di possibile condottura a Firenze si possono dividere in tre gruppi, cioè: quelle più perfette e veramente potabili, quelle meno pure, e quelle affatto cattive.

Nel novero delle prime sono le sorgenti appenniniche ed il Reno.

Nel novero delle seconde l'Ombrone, l'Arno e la Sieve.

Fra le terze finalmente sono a collocarsi le acque dei pozzi e delle sorgenti vicine a Firenze.

(1) Sono provvedute con acqua di sorgente: Vienna (Francia), Grenoble, Montpellier, Edimburg, Bordeau, Liverpool, Roma, Torino, Genova ec. — Con acqua di fiume: Tolosa, Londra, Nuova York, Marsiglia, Ginevra, Lione ec.

Non è necessario che tutta l'acqua di cui abbisogna una città abbia lo stesso grado di purezza e di eccellenza che si richiede per quella destinata alla bevanda; così quelle un po' meno pure non devono essere sprezzate se sono copiose, assai spesso accadendo che s'abbia più bisogno d'acqua abbondante che d'acqua eccellente.

Tuttavia è sempre indispensabile che le acque sieno almeno discretamente limpide, e non sopraccariche di sali calcari, imperocchè ove sieno torbe, coi loro sedimenti ingombrano gli acquedotti, insudiciano le strade invece di lavarle, sporcano i marmi delle fontane monumentali, e non sono adatte pei bagni e per molti altri usi.

Se contengono molti sali calcari e particolarmente del sopra-carbonato di calce in abbondanza, questo precipitandosi nei tubi e negli acquedotti, forma delle incrostazioni che ne diminuiscono la portata: nè questo è il solo danno che può resultarne, imperciocchè queste acque impure, impiegate per gli usi industriali e particolarmente per fare il bucato, e per le tintorie, fanno sciupare una grande quantità di sapone e di materie tintoriali; e se usate ad alimentare le caldaie a vapore le incrostano e ne promuovono il rapido deterioramento con pericolo di scoppio.

Ma anche le acque limpide e pure non sono qualche volta scevre d'inconvenienti, essendosi riconosciuto che alcune di esse percorrendo in tubi di ferro fuso vi generano delle incrostazioni di *limonite*, conosciute sotto il nome di tubercoli ferruginosi, le quali ingrossandosi coll'andar del tempo finiscono col precludere la via al passaggio dell'acqua.

Abbenchè questi tubercoli abbiano d'ordinario soltanto una consistenza pastosa, tuttavia si è obbligati di ricorrere a mezzi meccanici per ripulire i tubi, disfacendo il condotto ed introducendovi una spazzola cilindrica.

Siccome però non tutte le acque pure produssero questo pernicioso effetto, così rimase incerta finora la vera causa efficiente, attribuendola alcuni alle qualità delle materie solide contenute nell'acqua, altri a correnti elettriche che si sviluppano lungh'esso i tubi.

Queste concrezioni ferruginose si dispongono per lo più irregolarmente sulla parete interna dei tubi, e sono d'ineguale grossezza, ed i tubercoli hanno la forma di pere col gambo rivolto verso l'origine della sorgente.

L'analisi chimica dei medesimi ha fatto conoscere la loro composizione. Su cento parti vi sono:

Sabbia o silice	1. 34
Perossido di ferro	55. 80
Protossido di ferro	8. 60
Perdite al fuoco	34. 00
Totale	99. 74

La città di Grenoble alimentata con acqua di sorgente, fu la prima a risentire gli effetti di queste concrezioni ferruginose, alle quali non si seppe in allora opporre altro rimedio che il cambiare la materia del condotto, sostituendo al ferro fuso il cemento di Francia (1).

Più tardi il sig. Wicat propose d'intonacare i tubi di ferro fuso con uno strato di calce idraulica della grossezza di due millimetri e mezzo; e finalmente si trovò che si ovviava quasi completamente a questo gravissimo

(1) Le incrostazioni limonitiche si produssero anche dalle purissime acque della Valle d'Asciano nei tubi di ferro fuso fatti collocare nella città di Pisa dall'ing. Ridolfo Castinelli; e quelle incrostazioni erano così tenaci e dure che solo a colpi di scalpello sarebbonsi potute svellere. Quei tubi essendo rimasti ostrutti in più punti ed in breve tempo, furono sostituiti dagli antichi condotti di terra cotta.

inconveniente, intonacando a caldo i tubi con vernice composta di bitume, grasso, cera ec.

Le acque delle sorgenti di Grenoble contengono grammi 0,11 per chilogrammo di materie solide, composte essenzialmente di carbonato di calce, di cloruro di sodio, di perossido di ferro, silice e materie organiche; questi elementi posti a confronto con quelli riscontratisi nelle concrezioni ferruginose, danno abbastanza ragione della loro esistenza.

Delle acque di possibile condottura a Firenze già dianzi accennate, alcune, cioè quelle delle sorgenti vicine alla città, produrrebbero incrostazioni calcari; ma le altre per la natura de' loro componenti, si potranno condurre senza inconvenienti; e tanto più sicuramente se pel condotto si adotteranno tubi di ferro fuso diligentemente intonacati colla già detta vernice.

Della quantità d'Acqua necessaria all'alimentazione d'una città.

Quanto più l'acqua abbonda in una città, tanto maggior quantità se ne consuma, e quella che poco prima era superflua o puramente di lusso diventa in breve di assoluta necessità. In quei paesi dove è scarsissima o che fa d'uopo di molta fatica o di molto tempo per procurarsene qualche barile, si economizza talmente che bastano due litri a ogni persona. Nelle città invece bene provvedute, se ne consumano più di duecento litri per individuo (1).

(1) In Filadelfia in meno di ventun anno, il consumo dell'acqua si accrebbe successivamente da 70 a 127, a 150 ed a 240 litri per persona. A Nuova-York, nel giorno di sabato se ne usano più di 400 litri. A Boston, da 130 litri si accrebbe a 276 e sarà fra poco di 312.

Fra gli usi principali a cui l'acqua è destinata, alcuni sono privati, altri sono pubblici; i primi riguardano particolarmente l'individuo o la famiglia, e sono:

1.° Per la bevanda e per la preparazione degli alimenti; 2.° per la toeletta; 3.° per la lavatura della biancheria.

I secondi riguardano al benessere generale di tutta la popolazione, e sono:

1.° Le fontane pubbliche di attingimento; 2.° i bagni pubblici; 3.° la nettezza delle vie e piazze; 4.° la lavatura delle fogne; 5.° l'innaffiamento dei pubblici giardini e passeggi; 6.° le fontane di decorazione o monumentali; 7.° l'estinzione degl'incendi; 8.° le industrie ec.

Si computa che la quantità d'acqua strettamente necessaria per la bevanda e per la preparazione degli alimenti sia in media di tre litri per ogni persona. I terrazzani che accorrono alla città di Pisa per provvedersi d'acqua buona, ch'essi poi conservano pei soli usi personali, ne consumano una quantità che d'assai s'avvicina a questa cifra; parimenti nell'approvvigionamento de'legni da guerra si ritiene che ogni uomo dell'equipaggio usi giornalmente tre litri d'acqua, non compresa quella necessaria alla nettezza personale.

Per la toeletta e per la lavatura della biancheria, ed in generale per la nettezza interna delle case, la quantità d'acqua non è limitata: dove scarseggia bastano da cinque a dieci litri per individuo (1); dove abbonda ce ne vogliono cinquanta, sessanta ed anche cento litri.

(1) « On a constaté à Glasgow que des pauvres qui avaient de l'eau à discrétion, au moyen de robinets placés dans des cours, n'en consommaient que 4 litres et 50 par tête, tandis que à Paisley ils en consommaient 6. 30 litres dans les mêmes circostances, parce que les maisons étaient moins hautes. A mesure qu'on dimiuue les sacrifices necessaires pour se procurer de l'eau la consommation augmente ». Dupuis, *Traité de la conduite et de la distribution des eaux.*

La medesima cosa ha luogo per gli usi pubblici dianzi accennati. Per questi Firenze attualmente non usa più che otto o dieci litri d'acqua per persona; ma questo servizio lascia troppo a desiderare; ed è certo che quando sarà provveduta d'acqna, la quantità consumata sarà almeno decupla della presente.

A conforto di quest'opinione basta accennare che Genova dotata da molto tempo d'un acquedotto, sentì il bisogno d'una nuova derivazione, che fu eseguita or son pochi anni dalla Scrivia.

Che Torino, largamente fornita d'acque per gli usi pubblici in ragione di più di 300 litri per abitante, compie or ora un acquedotto per l'acqua potabile capace di darne 50 litri per individuo.

Che Parigi, finalmente, sta facendo dei lavori colossali per portare la dotazione d'acqua della città a non meno di 200 litri per persona (1).

Il seguente elenco delle quantità d'acqua di cui sono provvedute alcune principali città, darà un criterio per stabilire quale sia il volume d'acqua da condursi a Firenze, affinchè tenuto conto delle speciali difficoltà che si hanno a superare, si possa dir sufficientemente alimentata.

Quantità d'acqua in litri per giorno e per abitante.

Città principali.

Vienna (Francia)	*Litri*	60	a	65
Voiron	»	55	a	60
Grénoble	»	60	a	65

(1) « Una città dà segno della sua civiltà e benessere coll'abbondanza delle acque largamente distribuite in tutti i punti ove alcun bisogno vi abbia o si supponga esistere ». Freschi, *Dizionario d' Igiene.*

Saint Etienne	*Litri*	20	a	25
Saint Chamond	»	50	a	55
Clermont.	»	50	a	55
Montpellier.	»	55	a	60
Béziers.	»	12	a	14
Narbonne.	»	80	a	85
Carcassonne	»	300	a	400
Toulouse.	»	65	a	70
Angoulême.	»	35	a	40
Lous-le Soulnier	»	40	a	45
Dole	»	15	a	20
Gray	»	40	a	45
Chaumont	»	30	a	35
Metz	»	20	a	25
Le Havre	»	40	a	45
Parigi	»	90		
Londra.	»	80	a	95
Manchester	»	44		
Liverpool	»	28		
Glasgow.	»	100		
Edimbourg.	»	62		
Roma moderna	»	944		
Torino	»	350		
Nuova York	»	568		
Besançon.	»	246		
Dijon.	»	240		
Marseille.	»	186		
Bordeau	»	170		
Genova.	»	120		
Castel Nandary	»	120		
Gèneve.	»	74		
Philadelfia	»	70		
Greenwich.	»	57		

Prendendo la media di tutte queste quantità, lasciando però da parte Roma, la quale non ha attualmente tutta la popolazione che può contenere, si trova che ogni individuo deve avere a sua disposizione almeno cento litri d'aqua al giorno.

La popolazione di Firenze era all'epoca dell'ultimo censimento di 112,236 anime, e sarà in oggi prossimamente di 120,000; ma tenendo conto di un possibile e probabilissimo accrescimento fra pochi anni si dovrà computarla di 150,000.

Ritenuto che a ciascun abitante debba attribuirsi la quantità di 100 litri d'acqua, si dovrà avere una portata giornaliera di 15,000,000 litri, ossiano metri cubi 15,000. Ciò che corrisponde a litri 173. 61 per minuto secondo.

Da questa quantità si potrebbero dedurre le acque di sorgente già condotte in Firenze, che si possono valutare complessivamente a circa litri 10 per 1; ma di questi sarà meglio non tenerne conto e si potranno impiegare in qualche fontana di ornamento, facendole sgorgare in ricchi zampilli.

Stabilita la quantità che si vorrà attribuire agli usi personali, che dovrà essere non meno di venti litri al giorno per individuo, con l'acqua rimanente si potrà provvedere agli usi pubblici, e particolarmente ai getti di piccole fontane d'attingimento. Le acque di queste, sparse opportunamente sui lastrici in date ore del giorno, serviranno maravigliosamente alla nettezza delle vie, se si provvederà contemporaneamente alla loro spazzatura.

Quanto più il numero di queste fontanelle sarà grande, tanto meglio verrà soddisfatto allo scopo (1), e la città es-

(1) La portata d'una fontanella è molto variabile, dipendendo dalla quantità d'acqua di cui si può disporre; ma un getto che soddisfi ai bisogni deve dare almeno da 20 a 25 metri cubi d'acqua al giorno.

sendo vastissima, esse sole assorbiranno una considerevole quota dell'acqua destinata agli usi pubblici.

Le fontane monumentali consumano esse pure molta acqua, e senza ricorrere all'esempio di alcune fontane in Roma, le quali emettono veri fiumi, si hanno molti altri esempi in cui ciascuna fontana consuma le migliaia di metri cubi d'acqua al giorno (1).

Egli è vero che la maggior parte di esse sono a getto intermittente, cioè non danno acqua durante la notte, come per esempio le fontane della piazza della Concordia in Parigi, quelle di Lione e simili; ma è pur vero, che particolarmente in estate, si prova da tutti il desiderio che anche nella notte ne sia continuato l'efflusso tanto utile a rinfrescare e migliorare l'aria.

Le fogne destinate a raccogliere e condurre fuori e lungi dalla città tutte le materie liquide infette, richiedono pure moltissima acqua; altrimenti le sostanze tenute in sospensione e non abbastanza diluite si depositano sul fondo dei canali ed emanano cattivi odori.

Si obietterà che Firenze non ha che poche fogne, e che perciò la lavatura di esse non può richiedere molt'acqua; ma evidentemente se le fogne non esistono ne è causa la mancanza dell'acqua.

A che pro si sarebbero costrutte le fogne se poi esse non potevano funzionare bene ed erano un inconveniente

(1) Ecco alcuni esempi delle fontane più note:

A Parigi, Gerbe du palais Royal, litri per secondo		23
Place Richelieu	»	9
Fontaine de la place de la Concorde	»	55
Gerbe du rond-point des champs Elisées . .	»	25
A Torino il getto verticale nel giardino della piazza Carlo Felice	»	40
A Genova nel giardino Acquasola, getto verticale	»	6

di più? Quando però l'acqua potrà scorrervi dentro con una certa abbondanza, tanto da trascinare via tutte le materie infette, il numero delle vie fognate andrà ogni anno crescendo e poco tempo dopo la costruzione dell'acquedotto, tutta Firenze sarà fognata con benefizio grandissimo della nettezza e della salute pubblica (1).

Altezza della quale l'acqua deve elevarsi nelle case.

Allorchè nella città come nelle campagne ognuno possedeva la propria casa, l'uso principale delle acque aveva luogo a pian terreno dove si preparavano i cibi, si pranzava, si prendevano bagni e simili.

Nei piani superiori poco importava che l'acqua vi salisse essendo minima la quantità che era necessaria, sia perchè i proprietari non si fermano gran fatto, sia perchè poco si pensava al benessere delle persone di servizio.

Nei tempi moderni le cose vanno diversamente, ed in tutti i piani delle case vi abitano permanentemente intere famiglie di ogni ceto; ed anco nei palazzi signorili, abbandonato per lo più il piano terreno, il proprie-

(1) Tutte le principali città hanno le fogne. Parigi ne ha di quelle grandissime in cui vi è costrutta una ferrovia con vagoni che esportano dalla città anche le materie solide e tutte le spazzature delle vie e dei mercati. In molti altri siti le fogne oltre a condurre le acque di rifiuto servono a contenere i tubi del gaz, delle acque potabili ec. che vi sono sostenuti da mensole di ferro. Finalmente alcune città come Torino hanno per lo più fogne doppie: una destinata alle acque infette, l'altra alle acque chiare, e sono dette canale *nero* e canale *bianco*. Il Municipio di Pisa sta maturando un progetto di fognatura generale della città, introducendo negli acquedotti una grande quantità d'acqua da derivarsi dal canale *Macinante*. A Livorno, dove la fognatura presenta grandissime difficoltà, si sta pure studiando il modo di superarle, conducendo nella città un considerevole corpo d'acqua.

tario abita al primo piano; e nei locali superiori vi hanno domicilio inquilini o la servitù, pei quali la civiltà dei tempi e l'attuale gentilezza dei costumi vuole che si provveda a che la loro condizione venga migliorata almeno dal lato igienico.

Dovendosi dunque provvedere una città d'acqua potabile, si deve prima d'ogni cosa, pensare a fare in modo ch'essa possa elevarsi tanto da poter sgorgare liberamente ed in sufficiente quantità a tutti i piani delle case e particolarmente ai più elevati.

Se condotta l'acqua sana, questa non può elevarsi che di poco sul suolo, cosicchè sia necessario di discendere le scale per andarla ad attingere, la parte maggiore dei benefizi che può arrecare alla popolazione la nuova opera, sarà quasi perduta.

Infatti l'aver sostituita l'acqua buona ad acqua malsana poco gioverebbe, imperocchè l'acqua buona o bisognerà discendere ad attingerla al pian terreno delle case, corrispondendo una retribuzione al proprietario che ve l'avrà introdotta, o farà d'uopo di andarla a cercare a certa distanza alle fonti pubbliche; e nei due casi la grande maggioranza della popolazione preferirà di valersi dell'acqua attuale dei pozzi che gode gratuitamente, e che quasi tutti possono attingere senza uscire dalla propria abitazione e senza discendere le scale.

Le ragioni pertanto che avrebbero consigliato di fare l'opera gigantesca d'una lontana derivazione d'acqua salubre continuirebbero ad esistere anche dopo fatta l'opera, e rimarrebbero così frustrati i generosi e filantropici propositi del civico Magistrato.

Per contro, dall'acqua che liberamente od in certa abbondanza salga fino agli ultimi piani delle case, si possono ripromettere molti vantaggi. Avendo l'acqua a portata

della mano, senz'altro incomodo che quello di aprire una cannella, ognuno ne userà molto più largamente, sia per lavare le sostanze destinate al vitto, sia per la maggior nettezza personale, con grande benefizio della salute. Inoltre se il tempo e la fatica sono danaro, l'economia di essi dovrà essere tenuta in conto: e vi sarà sensibile economia dell'uno e dell'altra se all'attuale pratica d'attingere l'acqua dei pozzi, o peggio d'andarla a prendere alle pubbliche fonti, verrà sostituita una fontana nelle respettive abitazioni.

Sia poi che l'impresa dello esercizio dell'acquedotto possa essere accordata all'industria privata, sia che, come sarebbe infinitamente meglio, il Municipio lo riservasse per sè, in nessun caso esso riuscirebbe profittevole fuorchè quando siansi ottenuti due resultati di massima importanza, cioè:

1.° Sostituzione d'acqua eccellente ed abbondante all'acqua sempre scarsa e sempre più malsana de' pozzi;

2.° Minimo incomodo nell'attingimento, in confronto della fatica e del tempo attualmente indispensabili.

Un altro vantaggio essenzialmente si otterrà dall'acqua che si eleva a molta altezza e del quale deve fare gran conto il civico Magistrato, vogliam dire la maggior facilità d'estinguere gl'incendj. Le trombe idrauliche giovano senza dubbio assai a tale bisogno, ma la difficoltà di alimentarle, o qualche piccolo dissesto che sopravvenga nel loro meccanismo, le rendeno spesso poco utili, od insufficienti, a domare le fiamme. Per contro in una distribuzione d'acqua ben intesa, essendo sempre possibile di fare affluire in un determinato punto della città la maggior parte della portata dell'acquedotto, si avrà sempre il mezzo o di agire direttamente contro l'incendio con l'acqua medesima del condotto, o di alimentare largamente le trombe idrauliche, ancorchè trasportate in alto

e nella massima prossimità del fuoco, dove la loro azione diviene più potente ed efficace.

Per queste ragioni adunque e per altre ancora di non minore importanza e che sarebbe lungo il dire, si deve ritenere che gli usi moderni richiedono che l'acqua per la bevanda si elevi da sè stessa fino ai più alti piani di tutte le case.

L'altezza dei fabbricati varia di molto dall'uno all'altro; gli edifizii privati non superano mai i venti o ventidue metri; ma gli edifizii pubblici ed anche qualche palazzo antico hanno spesso un'altezza molto maggiore che arriva fino ai 40 metri (1).

L'acqua dovendo non solo affiorare ma sgorgare con una certa velocità anche nel punto più alto, è necessario che abbia ancora un battente almeno di qualche metro sull'edifizio più elevato; perciò si deve computare ch'essa abbia a portarsi ad un livello che superi il piano della strada almeno di 45 metri in media (2).

(1) Palazzo Vecchio metri 42.
Palazzo Comunale » 20.
Palazzo Strozzi » 32.
Palazzo Riccardi » 25.

(2) A Genova il nuovo acquedotto Nicolaj porta l'acqua a due diverse altezze, cioè a metri 44 ed a metri 110,80; però bisogna ricordare che la città essendo costrutta su d'un piano inclinato o ad anfiteatro, l'altezza che sarebbe eccessiva al basso resta appena sufficiente nelle parti alte della città. A Torino l'acqua potabile può alzarsi mediante fino a 25 metri. Il getto d'acqua ad aria libera nella piazza Carlo Felice s'innalza a 39 metri circa. A Parigi l'acqua non potendosi elevare che a 52 o 30 metri, non si fa servizio che al piano terreno od ai primi piani; inconveniente grave a cui si rimedierà col nuovo condotto che porterà l'acqua ad un'altezza di metri 50 mediamente.

A Torino le case non sono più alte di 20 a 25 metri; pure allorchè la pressione dell'acqua nei tubi per qualche causa accidentale viene ridotta a 40 metri, il servizio incomincia a difettare sensibilmente, e in molti siti resta interrotto se la pressione discende ai 35 metri.

Era stato proposto che per Firenze l'acqua potesse sgorgare all'altezza di trenta metri sul pavimento della loggia degli Uffizi; ma evidentemente quest'altezza è insufficiente; perchè come farà l'acqua a raggiungere i piani superiori delle ultime case di via S. Gallo, come farà a raggiungere quelli del palazzo Pitti ec., che sono certamente elevati ben più di 30 metri sul detto lastrico? (1).

Se conviene, per non dare troppo carico ai tubi di condotta, limitare l'altezza della colonna d'acqua in modo che basti a sodisfare ai bisogni, non conviene per contro di far sì che quest'altezza resti deficiente anche in soli alcuni siti; perchè mentre una maggiore altezza non arreca nè maggiori difficoltà, nè aumento di spesa, un'altezza troppo piccola fa perdere troppa parte dei vantaggi che si possono ripromettere dai condotti d'acqua forzati, tra cui, ed in primo luogo, la possibilità già accennata di domare facilmente gl'incendi.

Si è detto che conservando all'acqua una maggiore forza d'ascensione non si veniva ad aumentare la spesa del condotto; e ciò è vero, imperocchè la maggior pressione promuovendo una maggiore velocità nel corso dell'acqua pei tubi, ne viene che mantenendo costante la portata, il diametro di questi può venire diminuito; ciò che compensa l'occorrente maggior lunghezza del condotto.

Inoltre se l'acqua avrà molta potenza d'elevazione, anche i tubi di diramazione nelle case potranno avere un diametro piccolissimo, attenuando sensibilmente la spesa di primo stabilimento; la qual cosa inviterà maggiormente i proprietari a provvedere d'acqua le loro case,

(1) Il pavimento della loggia degli Uffizi è più basso metri 1,33 della soglia della porta S. Gallo.

Il medesimo pavimento è più basso metri 10,63 della soglia della porta del Palazzo Pitti.

con grande e più pronto benefizio degli abitanti che godranno più presto dell'acqua buona, e del Municipio che ritrarrà il dovuto compenso, sia materialmente cogl'introiti dell'acqua venduta, sia moralmente colla soddisfazione di vedere accolto con favore il frutto delle sue fatiche e de' suoi studi.

Ma se l'acqua destinata agli usi domestici deve poter elevarsi a tanta altezza, non è egli egualmente necessario che quella destinata agli usi pubblici abbia eguale forza d'ascensione?

La risposta al quesito è semplice.

Se, senza incontrare spese eccessive, è possibile dare all'acqua per gli usi pubblici molta forza d'ascensione, sarà sempre utile il farlo. Da questa potenza se ne possono ritrarre molti vantaggi, tra cui: 1.° quello di poter fare un buon servizio con minor quantità d'acqua; 2.° quello di creare nell'interno della città una considerevole quantità di forza motrice che le industrie utilizzano a preferenza del vapore con benefizio di tutti.

Ma se la spesa di questo condotto molto forzato eccedesse un certo limite, o meglio non restasse proporzionata ai mezzi disponibili ed agli utili che se ne possone ritrarre, allora, considerando che per la lavatura delle fogne non si ha bisogno di pressione, che per l'irrorazione delle strade, pei bagni e per la decorazione delle fontane monumentali, basta una forza d'elevazione di 10 a 20 metri, se ne può conchiudere che l'acqua per gli usi pubblici servirà ancora abbastanza bene quando sia abbondante e si elevi soltanto di alquanti metri sul suolo.

Le acque possono inalzarsi alla voluta altezza, o coll'impiego di opportuni meccanismi o per natural livello, se sono allacciate o derivate da una località abbastanza elevata.

Fra le acque che possono essere condotte ad alimentare la città di Firenze, le sorgenti appenniniche, il Reno,

l'Ombrone e la Sieve possono naturalmente elevarsi a sufficienza, purchè il punto della loro immissione nell'acquedotto forzato sia scelto convenientemente.

L'Arno, che ha una pendenza piccola relativamente agli altri corsi d'acqua preaccennati, è il solo che non possa raggiungere un'altezza di 50 metri in città, senza l'uso delle macchine o senza andarlo a derivare da una distanza troppo considerevole.

Ma potendosi facilmente elevare a 10 o 12 metri per natural livello, vuol esser tenuto in conto, perchè è il solo corso d'acqua dal quale se ne possa derivare una quantità sufficiente per gli usi pubblici.

Apparecchi meccanici per innalzare le acque.

Si è dianzi accennato che le acque dell'Arno non potrebbero raggiungere naturalmente una sufficiente altezza per servire agli usi privati, senza l'impiego di macchine elevatrici.

Da questa osservazione nasce l'idea di esaminare se non sarebbe possibile e conveniente l'impiego di meccanismi appropriati per elevare tutta l'acqua occorrente, ricavandola dal fiume in sito vicino alla città, risparmiando così le spese di un lungo acquedotto forzato.

Vari congegni sonosi immaginati per sollevare l'acqua; ma quando si tratta di spingerla ad una certa considerevole altezza le sole trombe aspiranti e prementi hanno ottenuto sempre la preferenza.

Questo meccanismo, ridotto attualmente ad una rara perfezione, dà risultati assai soddisfacenti, sia meccanicamente parlando, sia economicamente.

Ed in vero, se si vuol tener conto di tutti i movimenti che l'acqua deve prendere in una tromba idraulica

per essere innalzata, se si valuta tutta la forza viva che si perde dall'alternarsi del movimento, deve far meraviglia che a forza di perfezionamenti siasi potuto da queste macchine ottenere in certi casi un effetto utile del 60 a 70 per cento della potenza impiegata.

Le trombe indrauliche destinate all'elevazione di grandi masse di acque sono mosse da ruote idrauliche o da macchine a vapore.

Si usano le ruote ovunque si può disporre d'una sufficiente forza motrice acquea. Dove questa manca, e che è impossibile procurarsela, si usano le macchine a vapore.

La differenza fra l'un sistema e l'altro consiste tutta nella spesa. Avendo l'acqua in copia per dar moto alle ruote, si ha la forza motrice costante e quasi gratuita. Il vapore invece obbliga ad una spesa continua e di molta considerazione.

Per formarsi un criterio dell'entità di questa spesa, si supponga che si vogliano elevare dall'Arno 100 litri d'acqua per ogni individuo all'altezza di 50 metri sul lastrico degli Uffizi, od a metri 55 sul pelo delle acque del fiume prese a monte della città. Ammesso che la popolazione raggiungerà tra breve il numero di 150,000 individui, la quantità d'acqua da elevarsi per ogni minuto secondo sarà come già si disse di litri 173, 61, e si avrà così a vincere una resistenza uguale a 127, 3 cavalli-vapore. Supposto ancora che le macchine sieno delle più perfette, e che la combinazione delle ruote e delle trombe possa dare un effetto utile del 42 per cento, ne viene che la forza motrice dovrà essere uguale a 303 cavalli-vapore.

Se fossero impiegate le ruote idrauliche si avrebbe solo a tener conto dell'interesse della spesa fatta per il

primo impianto e dell'uso delle ruote stesse; ciò che corrisponderebbe a poco più di 30mila franchi all'anno. Se invece fossero impiegate le macchine a vapore, anche nell'ipotesi più favorevole che le macchine stesse sieno delle migliori, e che si abbia così il minimo di spesa per riparazioni ed alimentazioni, tuttavia ogni cavallo-vapore assorbirà per lo meno tra combustibile, personale, riparazioni, interesse della spesa di primo stabilimento, consumo delle macchine ec., la somma di 4 franchi al giorno; e dovendosi vincere una resistenza effettiva pari a 127, 3 cavalli-vapore, le macchine dovranno essere della forza complessiva di 212 cavalli, e così la spesa giornaliera sarà di Ln. 848, e per anno Ln. 309,250.

Da questo esempio risulta dunque evidente che l'impiego delle macchine a vapore dev'essere limitato a quelle sole località dove manca assolutamente ogni altro mezzo più economico d'elevare l'acqua; tanto più che alle ingenti spese d'esercizio vanno congiunti altri non men gravi inconvenienti; quali sono gli sconcerti nelle macchine, le interruzioni nel servizio per le ordinarie riparazioni e simili (1).

L'uso delle ruote idrauliche dev'essere dunque preferito alle macchine a vapore, tuttavolta che si abbia la forza d'acqua per metterle in moto.

Nel caso speciale dell'Arno non si può contare in modo alcuno sulla potenza di questo fiume, il quale, per la sua natura torrentizia, ora abbonda eccessivamente d'acqua,

(1) « Les plus grands ingénieurs des temps modernes veulent que pour le service des nos cités nous donnions la préférence aux eaux dérivées par de acqueducs, sur les eaux élevées par des machines hydrauliques. Ils ne voyent dans l'emploi de la vapeur qu'une couteuse et pénible ressource reservée aux cas extremes ». *Relazione della Commissione municipale per le acque di Parigi.*

ora ne scarseggia, tanto da non bastare a mettere in moto le ruote ordinarie dei molini, malgrado delle cadute considerevoli procurate dalle steccaie, e malgrado la piccola quantità di forza occorrente alla macinazione del grano (1).

Si è veduto poc' anzi che per inalzare tutta l'acqua necessaria alla voluta altezza mediante ruote idrauliche, occorre una forza di 303 cavalli-vapore.

Supponendo che si possa disporre d'una caduta di 4 metri, la quantità d'acqua nel fiume dovrebbe essere di 5681 litri per 1"; ed ognuno sa che in alcuni mesi d'estate la portata dell'Arno raggiunge appena il mezzo metro cubo.

Se a questa circostanza, che renderà inattivi i meccanismi appunto in estate quando più sarebbe d'uopo di tutta la loro efficacia, si aggiunge ancora l'osservazione che per tutto il tempo della durata delle piene, le ruote rimanendo annegate non possono più agire: si avrà così un'idea della serie di interruzioni che avranno luogo in un servizio che più d'ogni altro necessita di regolarità assoluta.

Nella recente vivissima discussione sollevatasi in Francia intorno al modo di approvvigionare di buona acqua la città di Parigi, gli oppositori del progetto di raccogliere e condurre alla città le acque delle sorgenti della Duys e della Somme Soude, vantarono gli effetti delle macchine

(1) La pescaia di Rovezzano fornisce una caduta di sette braccia, cioè circa metri 4, 16, con cui sulla sponda destra si dà moto ad otto ruote idrauliche d'un molino a 14 macine.

Durante le acque magre alcune ruote restano inattive, ed allora solo sei macine sono in movimento.

Nelle lunghe siccità manovrando convenientemente le paratoie ed aggiungendo delle tavole lungo alla steccaia, si porta a 10 ore per giorno il tempo utile pel lavoro (la qual cosa corrisponde al moto continuo di due macine e mezzo). - *Verbale della Commissione tecnica* del 19 Aprile 1862.

di Marly, asserendo la convenienza del loro impiego per sollevare l'acqua della Senna colla forza delle acque del medesimo fiume.

Qui non occorre di esaminare quale dei due mezzi proposti sarebbe meglio riuscito, tanto più che il corpo Municipale, il corpo degl' Ingegneri, le Commissioni speciali tecniche e d' inchiesta e per ultimo il Senato, colle loro ripetute deliberazioni diedero favore al progetto posto innanzi al Prefetto della Senna, dall'esecuzione del quale la grande capitale della Francia potrà ripromettersi d'avere finalmente tra le sue mura una sufficiente quantità di acqua veramente potabile.

A noi importa solo vedere di passaggio se una macchina simile a quella di Marly possa servire a sollevare dall'Arno, e colla sola forza del fiume, tutta l'acqua occorrente alla città di Firenze.

Le macchine di Marly, costruite dall'officina Ferroy e Compagni di Essones, constano di tre ruote idrauliche, producenti ciascuna un effetto utile di ducento cavalli-vapore. All'asse d'ogni ruota sono direttamente attaccate *le bielle* di quattro trombe idrauliche, aspiranti e prementi, collocate orizzontalmente. L' acqua viene elevata d'un solo getto all'altezza di 160 metri e nella quantità di circa 86 litri per 1″.

Calcolando con questi elementi l'effetto utile delle trombe, si trova che esso giunge appena ad essere il 30 per cento; risultato che darebbe una ben meschina idea della perfezione di quelle macchine se non si sapesse che il loro prodotto è grandemente diminuito dalle resistenze che l'acqua incontra nel tubo di ascensione lungo 1300 metri e col diametro di soli 19 centimetri, evidentemente sproporzionato a dar passo a tutta l'acqua che potrebbero sollevare le trombe.

Supposto che quando siasi ovviato a tale inconveniente si ottenga dalle trombe un effetto utile del 60 per cento, e che le ruote producano pure il 60 per cento, lo che è poco presumibile, il rapporto tra l'effetto utile ed il lavoro motore non sarà che di 36 per cento; per cui impiegando nell'Arno macchine analoghe a quelle di Marly, sempre nell'ipotesi di quattro metri di caduta e di 173,61 litri d'acqua da sollevarsi a metri 55, occorrerà che l'Arno abbia la portata di litri 6630, cioè ancor maggiore di quella supposto anteriormente.

Queste considerazioni e questi calcoli, portano naturalmente a conchiudere: 1.° che le macchine a vapore, esigendo gravi spese d'alimentazione e manutensione, non si devono impiegare, salvo quando mancasse ogni altro mezzo più economico per raggiungere lo scopo propostosi; 2.° che non devesi pure fare assegnamento sulle ruote idrualiche collocate nell'Arno, perchè in tempo di piena o di acque magrissime del fiume, non avrebbero moto regolare, ed il servizio pubblico soggiacerebbe ad interruzioni che importa d'evitare per quanto sia possibile.

Temperatura e filtrazione dell'acqua.

Due gravi difetti hanno le acque dei fiumi: sono torbide per molti giorni dell'anno, e sono di temperatura molto variabile, cioè eccessivamente calde in estate e troppo fredde in inverno.

A queste cause si deve attribuire precipuamente se le loro acque sono per lo più posposte a quelle delle sorgenti, le quali sempre limpide, si mantengono ad una temperatura quasi costante che le rende molto gradevoli in ogni stagione:

Ma dove le acque sorgive sono o scarse o di cattiva qualità, è pur forza di ricorrere all'acqua dei fiumi; e questo imperioso bisogno obbligò a tentare con tutti i modi possibili di chiarificare l'acqua e di correggerne la temperatura.

Sgraziatamente però i due problemi, sempre quando si trattò d'ingenti quantità d'acqua, rimasero insoluti, non avendo mai i risultati corrisposto alle speranze che s'erano riposte nei vari mezzi tentati.

Per ciò che si riferisce alla temperatura si credette che un lungo percorso dell'acque in tubi collocati ad una certa profondità, avrebbe giovato a rinfrescarla; ma da recenti esperienze fatte a Parigi si ebbe a riconoscere che cinque chilometri di condotto sotterraneo non valsero a fare abbassare sensibilmente la temperatura dell'acqua della Senna estratta colle macchine a vapore di Chaillot.

A Lione in estate mentre il Rodano ha la temperatura di 23 a 25 gradi, le acque giungono alla città colla temperatura di 17 a 19, cioè non bevibili senza eccitare la nausea (1).

Ad evitare questi gravi inconvenienti si proposero molti ripieghi, tra cui quello assai ingegnoso di collocare dei serbatoi nei sotterranei delle case; ma finora non si sono ottenuti risultati soddisfacenti; e sarà difficile di ottenerli anche per l'avvenire, tanto più che il serbatoio dovendo essere costrutto in modo da reggere alla pres-

(1) « L'eau n'a qu'une faculté moyenne de conductibilité pour le calorique. Quand elle a atteint une température, soit basse, soit élevée, si elle se trouve en certaine masse, elle la conserve longtemps, lors même qu'elle est en contact avec une atmosphère d'une température opposée. Ce n'est alors que très lentement que le calorique est pris ou cédé par l'eau, et que l'equilibre s'établit entre la température de ce liquide et celle de l'air ». — ALPHONSE DUPASQUIER, *Des eaux des sources et des eaux de rivière.*

sione dell'acqua il suo prezzo sarà sempre elevato, ed in conseguenza il suo uso sempre limitato a pochi principali edifizi.

Perciò a Lione si rimpiange molto d'avere abbandonato il progetto di condurre acque di sorgente per preferirvi quello delle acque del Rodano, il quale prendendo origine dalle ghiacciaie eterne delle più alte montagne della Svizzera è di temperatura variabilissima, cioè di un grado nell' inverno e di venticinque e più nell'estate.

La chiarificazione dell'acqua si ottiene o semplicemente col riposo o con filtri naturali o con filtri artificiali.

Il sistema di chiarificazione col riposo presenta moltissime difficoltà. Da esperienze fatte sull'acqua della Senna e della Garonne, si trovò che essa dopo dieci giorni di riposo non era ancora ben limpida. Da un' altra esperienza fatta coll'acqua della Sieve, presa nel fiume in Aprile, si ebbero li stessi risultati.

Ne viene per conseguenza che, per ottenere l'acqua limpida, con questo mezzo, che sembra il più semplice, sarebbe necessario di avere più di dieci serbatoi, capaci ciascuno di contenere l'acqua occorrente in una giornata, cioè si anderebbe incontro ad una spesa enorme, con che il più delle volte non sarebbe raggiunto ancora lo scopo.

Ma oltre alla spesa, la quale in certi casi potrebbe essere tollerabile, bisogna avere presente che le acque torbide contengono molte materie organiche in sospensione, le quali, mentre l'acqua riposa per chiarificarsi, si depongono e passano allo stato di putrefazione, comunicando all'acqua principii eccessivamente nocivi.

Questo sistema pertanto è del tutto abbandonato, nè forse al dì d'oggi ve ne esiste un solo esempio.

I filtri naturali consistono in gallerie escavate od in un banco di ghiaia vicino ad un fiume o nell'alveo del fiume stesso.

Si ritiene che le gallerie-filtri aperte di fianco ad un corso di acque devono distarne almeno una cinquantina di metri, e trovarsi alla profondità di un metro e mezzo sotto al livello delle acque magre.

Queste gallerie possono avere una larghezza di 80 centimetri ed un'altezza di metri 150.

Si calcola che sia necessario uno sviluppo di galleria filtrante di circa 8 metri per ogni litro d'acqua filtrata in un 1″.

Per accrescere l'effetto di questi filtri si stabiliscono le gallerie fra il fiume ed un canale derivato dal fiume stesso, con chè allora l'acqua può entrare nell'acquedotto da due parti.

Se la galleria filtrante è praticata nel letto stesso del fiume, è d'ordinario costrutta in direzione trasversale ad esso ad alla profondità di almeno tre metri sotto all'alveo.

Si hanno vari esempi dei due sistemi. Pel primo sono le gallerie filtranti di Tolosa aperte in un banco ghiaioso in vicinanza della Garonne, sotto la direzione dello ingegnere d'Aubuisson, e dal medesimo accuratamente descritte.

Pel secondo si può citare il nuovo acquedotto di Genova, il quale è provveduto colle acque del torrente Scriva, raccolte in una galleria filtrante costrutta a traverso, e sotto al torrente stesso alla profondiià di 10 metri.

I filtri naturali si ripuliscono e si rinnovano da loro stessi, sia perchè una certa quantità di fili acquei correndo pel banco ghiaioso parallelamente alla corrente senza penetrare nella galleria, trascina via la mota depositata dall'acqua entrata nel filtro, sia perchè la corrente medesima travolgendo con sè gli strati ghiaiosi del suo fondo e delle sue rive, questi si rinnovano continuamente, ed in modo più radicale in occasione delle piene.

L'esempio dei filtri naturali di Tolosa, che riescono sufficientemente bene, però dopo lunghi, e dispendiosi

tentativi, invogliò altre città ad imitarlo, ma la riescita non coronò sempre le speranze.

Prima di tutto il banco in cui vennero aperte le gallerie, od era composto di ghiaia troppo grossa e pura, ed allora l'acqua penetrava nel cavo senza filtrarsi, o la ghiaia era mescolata con limo, ed allora il prodotto del filtro era cattivo e minimo.

Nei due casi poi se il fiume correva grosso, i filtri davano acqua torbida; se le acque del fiume erano magre, il prodotto del filtro diminuiva fino ad essere insufficiente, e fino anco a cessare del tutto.

Si rimprovera pure all'acqua proveniente dai filtri naturali il contenere ch'essa fa dei fili erbosi, i quali restando in contatto per qualche tempo coi tubi di ferro fuso diventano rossicci, e perciò d'aspetto ributtante allorchè se ne trovano nei bicchieri.

Questi fili provengono dalla vegetazione che ha luogo nello interno delle gallerie in causa dell'alta temperatura che vi ha l'acqua filtrata, e le tele metalliche poste al principio dei tubi ed in varie altre località, non bastano a trattenerli; tanto sono sottili.

Se a Tolosa il sistema dei filtri naturali, per eccezionalmente favorevoli condizioni della località, riescì abbastanza bene, a Lione si lamenta gravemente l'acqua ora torba ed ora scarsa ch'essi producono; ed in altre città questo sistema non riescì affatto, come a Glascow malgrado rovinosi tentativi, perchè il filtro in poco tempo si ingombrò, ed il suo prodotto dopo d'essere andato diminuendo rapidamente si rese nullo.

Si attribuisce questo cattivo esito dei filtri naturali all'avere il fiume, il quale deve alimentarli, una velocità troppo piccola, e perciò non sufficiente a smuovere e cambiare le ghiaie del suo fondo e delle sue sponde.

Finalmente ancora facendo le gallerie a fianco dei fiumi in un banco d'alluvione, si va incontro ad un grave pericolo, quale si è quello che il fiume stesso in qualche straordinaria piena, rotte le difese, ricuperi il sito da lungo tempo abbandonato e distrugga così un'opera di molto valore, e forse d'impossibile ricostruzione.

I filtri artificiali sono di più maniere; le pietre porose, i panni, le sabbie silicee, il carbone ec., tutto fu impiegato e tutto riuscì discretamente bene, allorchè l'esperienza si limitò a filtrare piccola quantità d'acqua. Ma quando si volle estenderne l'azione, si provò ripetutamente la loro impotenza; od almeno s'incontrarono insuperabili difficoltà per rendere questi filtri sempre egualmente produttivi (1).

A Parigi, a Marsiglia, a Londra ec. vi sono dei filtri artificiali, ma nessuno di essi dà risultati soddisfacenti, e l'acqua dopo di essere passata per i medesimi conviene sia rifiltrata con filtri piccoli ed in piccole quantità per renderla potabile.

La difficoltà principale che s'incontra nell'uso dei filtri artificiali in grande, consiste nel cambiare lo strato filtrante e nel trovare sfogo a tutta la materia limacciosa che dai medesimi si estrae (2).

Un'altra difficoltà si trova pure nel grande spazio che occupa un filtro destinato a purificare una considerevole massa d'acqua.

Questa difficoltà è in parte superata, se si può disporre d'una considerevole caduta, perchè allora l'acqua

(1) « À Glasgow c'est par millions qu'il faudrait compter les sommes que l'on y a employées. Les essais cependant n'ont pas réussi; ils sont devenus, au contraire, la cause de la ruine de plusieurs puissantes compagnies ». M. Arago, *Rapp. sur le filtre Jonvielle.*

(2) « Aucune méthode artificielle de filtrage ne peut reussir si l'on n'a des moyens promptes, économiques et certains de nettoyer les filtres ». Arago.

è costretta dalla pressione sovrincumbente ad attraversare grossi strati, mediante i quali viene aumentato il prodotto del filtro per ogni metro quadrato.

Nei filtri più in uso attualmente e dove non si ha una ragguardevole caduta d'acqua, questa deve passare successivamente per quattro o cinque strati di sabbia e ghiaia della grossezza di sei ad otto centimetri, di modo che la massa filtrante non oltrepassa mai i quaranta o cinquanta centimetri.

Si potrebbe ottenere chimicamente la precipitazione delle materie terrose contenute nell'acqua, sciogliendovi una certa quantità d'allume di rocca, ma il rimedio sarebbe peggiore del male, perchè verrebbero ad introdursi nell'acqua elementi dannosi alla salute.

Da ciò ne risulta che volendo dell'acqua filtrata bisogna scegliere fra un mezzo rapido ma imperfetto ed un mezzo eccellente, ma inapplicabile ai bisogni d'una grande città e cagione della sua lentezza.

Le acque di quasi tutti i fiumi di Toscana, e perciò anche quelle dell'Arno e della Sieve non contengono soverchie quantità di sali nocivi alla salute, e potrebbero servire agli usi di bevanda se fossero diligentemente filtrate (1).

Ma i filtri naturali non sono applicabili per più ragioni; prima perchè manca il banco di ghiaia abbastanza vasto ed abbastanza al sicuro dalle corrosioni per aprirvi le gallerie filtranti, le quali dovrebbero avere più d'un chilometro di sviluppo. Non si possono pure praticare gallerie attraverso al letto del fiume, perchè siccome egli trascina con sè molto limo, le materie componenti il suo

(1) Relazione dei sigg. proff. Orosi e Bechi, in data 31 Luglio 1862 (*Allegato* N. 1).

fondo sono troppo compatte, e l'acqua non vi troverebbe sufficientemente passaggio.

Di più l'esistenza delle numerose steccaie che sostengono l'acqua per condurla ad opificii, avendo diminuito la velocità della corrente durante le acque medie, non si ha speranza che per molti mesi dell'anno lo stato ghiaioso filtrante possa venir rinnovato. Ma la causa principale per cui i filtri naturali non sono applicabili, anche quando si fosse decisi a contentarsi dei loro effetti assai irregolari, e non producenti una limpidità perfetta, sta tutta nella scarsità dell'acqua che scorre appunto nel fiume in quei mesi in cui si ha bisogno di maggior copia d'acqua filtrata.

I filtri naturali devono dunque mettersi da parte.

In quanto ai filtri artificiali si sono notati i loro inconvenienti e le loro imperfezioni; tuttavia occorrendo d'avere dell'acqua solo mediocremente filtrata, quale sarebbe quella destinata all'irroramento delle vie, all'innaffiamento dei giardini, alle fontane monumentali, alla lavatura delle fogne ec., un sistema di filtri artificiali che permetta facilmente e con poca spesa la rinnovazione degli strati ghiaiosi sarà a preferirsi.

Ma l'acqua destinata alla bevanda, dovendo essere affatto pura e sempre limpida e fresca, i filtri artificiali in grande non possono venir impiegati utilmente; e gioverà qui ricordare ancora, a conforto di quest'opinione, che il Municipio di Parigi, mal contento, ed a ragione, dell'acqua potabile ottenuta per filtrazione, abbandona affatto questo sistema per ricorrere a fonti pure e fresche, abbenchè molto lontane, e perciò di condottura dispendiosissima.

Quesiti formulati dal Municipio di Firenze, colle risposte della Commissione.

Dai ragionamenti fin qui fatti intorno alle varie questioni che si riferiscono alle condotte d'acqua in generale ed a quella di Firenze in particolare e dalle conclusioni a cui i medesimi condussero, ne emerge assai naturalmente la risoluzione dei quesiti del Municipio di Firenze proposti alla Commissione tecnica.

Quesito primo.

Questo venne formulato ne' seguenti termini:

« Esaminare se nei rapporti della pubblica salute sia
« preferibile l'acqua di fiume all'acqua di sorgente, o
« questa a quella, non limitando il paragone alle sorgenti
« vicine alla città, ma spingendolo a quelle dell'Appen-
« nino pistoiese ».

In tesi generale la questione di preferenza fra l'acqua di fiume e l'acqua di sorgente non è risolvibile, essendo che vi sono sorgenti d'acqua purissima, in confronto delle quali l'acqua di certi fiumi si può considerare come cattiva; vi sono per contro pollo d'acqua solforose, magnesiache, ferruginose ec., le quali se possono giovare come mezzo terapeutico a ricondurre la salute in un corpo affetto da determinate malattie, non possono servire all'ordinario uso di bevanda senza pregiudicare alla costituzione fisica delle popolazioni.

In paragone di queste acque di sorgente, la maggior parte delle acque dei fiumi sono d'assai migliori e più igieniche.

Ma dalla generalità passando al caso speciale, ed istituendo il confronto fra le sole acque di polla o di fiume, che potrebbero essere condotte ad alimentare la città di Firenze, il quesito ammette una risoluzione definitiva.

Difatti dalle analisi istituite da valenti chimici su tutte queste acque, e dal parere emesso a loro riguardo dal R. Collegio medico fiorentino, ne risulta che le sorgenti riscontrate nel grande traforo dell'Appennino pistoiese, sono perfette, e perciò migliori delle acque dei fiumi Reno, Ombrone, Sieve ed Arno; che le sorgenti vicine a Firenze, cioè quelle di Montereggi, della Petraia ec., sono molto peggiori delle acque dell'Arno, della Sieve e dell'Ombrone, e perciò con più ragione assai meno salubri delle acque del Reno.

Quesito secondo.

« Dato che l'acqua di sorgenti sia preferibile, esami-
« nare se nelle montagne pistoiesi, celebri per la purezza
« delle acque, o delle polle che scaturiscono natural-
« mente dalla superficie del suolo, o da quelle interne
« trovate nel taglio della strada appenninica, si può avere
« tant'acqua da servire Pistoia, Prato, tutte le borgate
« della linea a Firenze, e da poter costituire a tal effetto
« un'associazione di Comunità ».

Dalla risposta al primo quesito risulta che le acque di sorgenti trovate nei trafori per la via appenninica, o sorgenti sulla montagna pistoiese, sono preferibili alle acque dei fiumi; ma la costituzione d'una associazione di Comunità all'effetto di provvedere contemporaneamente tutte le città e borgate di Pistoia a Firenze colla sola acqua di queste sorgenti, non è effettuabile a cagione della pochezza delle medesime.

Però destinandole ai soli usi personali e privati, e sussidiandole convenientemente secondo le stagioni, sarebbero bastanti per Firenze e Pistoia; le quali città potrebbero perciò unirsi in consorzio per la costruzione dell'acquedotto che condurrebbe nel loro seno questo principale elemento di salute.

Quesito terzo.

« Dato all'opposto che sia indifferente allacciare acqua « di polla, o prendere acque dai fiumi, esaminare se « l'Arno può essere sostituito alla Sieve, come ne dà « sentore il professor Taddei nel suo Trattato di chimica « generale, sezione sesta e seguenti ».

Un'acqua più pura essendo preferibile ed altra meno pura per gli usi di bevanda, ne consegue che non può essere indifferente allacciare acque di polla o prendere acque dai fiumi, se quelle sono migliori di queste; ma per gli usi pubblici, di nettezza, di decorazione ed altro non richiedendosi acqua tanto perfetta, la sostituzione delle acque dell'Arno a quelle della Sieve, non solo può essere fatta senza inconveniente, ma dovrà anzi farsi, per la ragione che l'Arno è in ogni tempo più ricco d'acqua della Sieve, e che la possibilità di derivarne buona copia a poca distanza della città farà sì che si possa raggiungere lo scopo senza andar incontro ad una troppo grave spesa.

Del resto il professor Taddei nel suo Trattato di chimica generale non istituì confronto fra le acque dell'Arno e quelle degli altri fiumi o di sorgenti; si limitò solo a constatare che l'acqua dell'Arno diligentemente filtrata sarebbe riuscita abbastanza potabile, almeno quanto lo è l'acqua della Senna smerciata a Parigi.

Non può sorgere dissenso intorno a quest'opinione del professor Taddei essendo che risulta dalle analisi delle acque dell'Arno fatte recentemente, ch'esse contengono una ben limitata quantità di sali, e che perciò sarebbero abbastanza buone per la bevanda ove fosse possibile di moderarne la temperatura, e di spogliarle colla filtrazione delle materie terrose in sospensione.

Quesito quarto.

« Data la possibilità di detta sostituzione (dell'Arno « alla Sieve), esaminare se possa applicarsi alla pescaia « di San Michele a Rovezzano un apparecchio simile a « quello di Maly, dei cui sorprendenti risultati ha reso « conto il giornale *La Patrie* in diversi articoli del 26 Giu- « gno 1861 in poi ».

L'acqua dell'Arno non essendo quella a preferirsi per la bevanda e per gli usi personali, dovrà essere utilizzata soltanto per gli usi pubblici.

Per questi poi non richiedendosi che l'acqua si elevi in città a grande altezza, sarà sempre possibile il fare una derivazione dal fiume in un punto tale che l'acqua possa giungere in Firenze per natural livello all'altezza di 10 a 12 metri sul piano del lastrico degli Uffizi.

La facilità di effettuare quest'operazione, com'è dimostrato sino all'evidenza dal profilo del fiume, pubblicato dal signor commendatore ingegnere Manetti, rende superflua l'applicazione d'apparecchi qualsiasi per elevare l'acqua. Questi apparecchi d'altronde non potrebbero funzionare per l'insufficienza della portata del fiume in alcuni mesi dell'anno; ed inoltre, come tutte le macchine, darebbero luogo a frequenti interruzioni ed irregolarità nel servizio.

Il signor Delamarre, co'suoi articoli inseriti nel giornale *La Patrie* intorno alle macchine di Marly destinate ad approvigionare Versailles, si proponeva anzitutto di fare opposizione al progetto di condurre a Parigi le acque di sorgenti, e ciò probabilmente nello intento di far sì che il problema dell'approvvigionamento d'acqua di quella grande capitale venisse minutamente studiato e discusso e ricevesse perciò la migliore delle soluzioni.

Del resto le macchine di Marly sono sorprendenti per la loro struttura e per la loro importanza, ma non pei loro effetti; i quali per certe condizioni speciali sono al disotto di quelli ottenibili con altre macchine meno perfette; e non sarebbero perciò applicabili a sollevare le acque dell'Arno per l'insufficienza temporaria della forza motrice.

Quesito quinto.

« Esaminare se in tutti i suddetti casi o in alcuno « di essi convenga tener separata l'acqua per la bevanda « da quella destinata alla nettezza ed all'ornamento della « città ed all'uso dei bagni ».

Se le acque pure delle sorgenti appenniniche bastassero a sopperire a tutti i bisogni della città di Firenze, non vi ha dubbio che dovrebbe effettuarsi un solo condotto; ma quelle non bastando, e dovendosi ricorrere per la nettezza e per l'ornamento della città ad altre acque meno pure, e qualche volta anche meno limpide e meno suscettibili di elevazione sul piano della città, ne consegue che i condotti dovranno esser due, e che le due qualità d'acqua dovranno essere tenute separate.

Quesito sesto.

« Dato che debba ricorrersi all'acqua di fiume, vedere « come e quanto si possa profittare del progetto Amadei, « e dei lavori già fatti in esecuzione del progetto me-« desimo ».

Il grandioso progetto dell'ingegnere Amadei consisteva nel derivare e condurre a Firenze le acque della Sieve, prese ad alquanti chilometri superiormente al punto della confluenza di questo fiume coll'Arno. I lavori già eseguiti sono: la steccaia di sostegno, non però finita; la bocca di derivazione; un canale in muratura scoperto ed incompleto; ed opere di difesa che la Commissione giudicò ancora insufficienti ad impedire un parziale disalveamento del fiume.

Le acque della Sieve, da quanto superiormente si venne esponendo, sono da abbandonarsi, non essendo tali da poter convenientemente servire nè per l'uso di bevanda, perchè torbide troppo spesso, nè per gli usi di nettezza e decorazione della città, perchè troppo lontane, e quindi di conduttura troppo dispendiosa.

Perciò il progetto dell'Amadei ed i lavori già eseguiti non possono essere utilizzati in alcun modo per il loro primitivo scopo; ma, compiuta la steccaia e perfezionate le opere di difesa, potranno perfettamente servire a condurre l'acqua ad un opificio di qualche importanza che si volesse, e che convenisse di stabilire in quella località.

Proposte della Commissione.

Quantunque a stretto rigor di termini il mandato della Commissione tecnica si possa considerare come esaurito colle risposte fatte ai quesiti propostile dal Civico Magistrato di Firenze, tuttavia la medesima crede di dover aggiungere qualche maggiore spiegazione per chiarire meglio il concetto ch'essa si fece del modo di approvvigionare Firenze di acqua veramente buona per la bevanda, e di acqua abbondante per gli usi di nettezza e d'ornamento.

§. 1. *Dell'acqua per la bevanda.*

Le acque delle sorgenti appenniniche, come che siano le più pure e sane fra quante si potrebbero condurre alla città, devono formare il fondamento principale per l'alimentazione dell'acquedotto.

Nella denominazione di sorgenti appenniniche voglionsi comprendere le acque riscontrate nei trafori del monte per la costruzione della Ferrovia tra Pistoia e Bologna, quelle sgorganti sul dorso stesso del monte, e tutte quelle raccoglibili dal monte Vestitoli.

Questo complesso di acque non essendo però ancora sufficiente a provvedere costantemente a ciascuno degli abitanti delle due città Firenze e Pistoia, venti litri di acqua al giorno, si renderà necessario di sussidiare l'acquedotto mediante una derivazione fatta dal Reno, il quale come risulta dalle analisi chimiche, possiede acque della medesima bontà di quelle delle sorgenti appenniniche.

La quantità d'acqua finora riscontrata nel traforo principale del monte e negli altri minori, si può valutare a litri dodici per minuto secondo. Tutto dà luogo a credere

che col progresso dei lavori queste andranno aumentando e che si potrà fare assegnamento sopra una quantità di 15 litri per 1″ anche in tempo di siccità prolungata.

Le acque delle sorgenti esterne, comprese anche quelle del monte Vestitoli, sono valutabili a litri 10 per 1″.

Per aver tutta la quantità d'acqua indispensabile, sarà dunque necessario di prelevare dal Reno da 10 a 15 litri per 1″, affine di completare la somma di litri 35 che dovrà essere la portata minima dell'acquedotto,

Sulla perennità delle acque esterne, cioè di quelle sgorganti sui fianchi dell'Appennino e del monte Vestitoli, non può restarvi dubbio, perchè dalle informazioni prese e dalla ripetuta visita locale in epoche disparate, e dalle osservazioni fatte da ingegneri di vaglia, risulta che la quantità di 10 litri sulla quale si vuol fare fondamento, è veramente la minima fornita da quelle sorgenti.

Per ciò che riguarda alle acque riscontrate nei trafori, e più specialmente nel principale, la loro pertinace presenza fin dal principio dei lavori, il loro accrescimento progressivo, la grande elevazione del monte al disopra del traforo, e la grande catena degli Appennini ancora d'assai più alta del monte medesimo, danno luogo a credere con molta sicurezza nella loro perennità.

In argomento di tanta importanza, dovendo essere desiderio generale di conoscere particolarmente ogni lato della questione, nè a ciò potendo bastare le cose dette or dianzi sommariamente, riescirà pregio dell'opera l'avere annesse per intiero alla presente relazione: *Alcune considerazioni geologiche sull'Appennino, dirette a delucidare la pendente questione sull'opportunità di valersi delle nuove polle ritrovate con i lavori della Via ferrata per dotare Firenze di buone acque potabili*, scritta dietro invito della Commissione nostra da uno de'suoi membri (1).

(1) *Allegato* N.° 1.

La quota d'acqua da prelevarsi dal fiume Reno per completare i 35 litri per 1″, varierà secondo il crescere ed il diminuire delle quantità dell'acqua di sorgente, e potrà in qualche mese dell'anno essere anche nulla.

Quest'ultimo caso si avvererà tanto più spesso e tanto più facilmente, se invece di condurre a Pistoia una parte delle acque dell'appennino, si volessero utilizzare le acque sotterranee dell'Ombrone; mediante una steccaia traversale al corso delle acque, che fondata sul fondo roccioso ed impermeabile, dovrebbe essere tenuta tutta nascosta nel detrito per non alterare il regime del fiume medesimo.

La località più opportuna per costruirvi quest'opera sotterranea, sarebbe in vicinanza ed inferiormente alla confluenza del Vincio, vale a dire poco prima del ponte di Gello, alla stabilità del quale concorrerebbe formando una linea di fondo inalterabile che impedirebbe le escavazioni dell'alveo.

Questo punto essendo anche sensibilmente più elevato del piano generale della città, l'acqua potrà arrivarvi con una naturale potenza dell'elevazione di 20 e più metri ed in quantità ordinariamente ben maggiore di 20 litri per individuo.

La steccaia potrà essere un semplice acquedotto praticabile con feritoie dalla parte a monte, e tutto ben murato dalla parte a valle. Nel medesimo verrebbero a raccogliersi le acque del fiume naturalmente filtrate, e con questo mezzo la città di Pistoia sarebbe largamente dotata d'acqua tutta sua propria indipendentemente da Firenze, con vantaggio delle due città.

Ma lasciando a parte quest'idea già messa avanti da altri ingegneri (1) è meritevole d'essere presa in conside-

(1) Progetto dell' ing. Domenico Baldacci.

razione e di essere più minutamente studiata; e ritornando a ragionare delle polle dell'Appennino, non occorre dichiarare che ogni proposta d'allacciamento e condottura di quelle acque resta subordinata a che il traforo principale sia terminato, essendo che per esso devono aver passaggio non solo le acque ora estratte dalla bocca Nord di esso, ma anche le polle del versante Bolognese e le acque del Reno.

Abbenchè la quantità d'acqua riscontrata nel traforo, rallenti grandemente i lavori d'avanzamento ingenerando serie difficoltà, tuttavia non puossi muovere dubbio sulla riescita dell'opera; la capacità di chi dirige quei lavori ed i potenti mezzi dei quali dispone l'impresa, danno la più sicura garanzia che tutti gli ostacoli saranno superati, e che il traforo sarà terminato in poco più di un anno.

Perciò pare che sarebbe opportuno che il Municipio di Firenze incominciasse fin d'ora ad aprire trattative coi concessionari della Ferrovia, onde procacciarsi non solo la proprietà delle acque, ma anche il diritto di passaggio di esse, tanto lungo la Ferrovia a cielo scoperto come nelle gallerie. Con ciò appena il traforo sarà compiuto, e mentre la Ferrovia non sarà ancora in esercizio, si potrà dar mano a perfezionare e completare il piccolo acquedotto già praticato nei vari trafori dai costruttori della Strada ferrata, per lo scolo delle acque, sia cementandolo per impedire gli sperdimenti attraverso alle fenditure della roccia, sia costruendo la parte mancante lungo la Ferrovia a cielo scoperto, e più specialmente sui numerosi viadotti.

Il passaggio, pel traforo delle acque del versante Bolognese, e così tanto di quelle del Reno quanto di quelle di polla, non presenta nessuna difficoltà, essendo che la pendenza della galleria è tutta verso Pistoia, e che la

sua estremità superiore verso Bologna è di soli tre metri più elevata del fondo del Reno in quella località.

Non entrava nel mandato della Commissione lo studiare ne'suoi particolari il modo di allacciare e condurre a Firenze queste acque; ma emettendo il suo parere e formulando una proposta, dovette naturalmente preoccuparsi in massima del modo di mandarla ad effetto; ed essa crede non affatto disutile il venire esponendo le sue idee in proposito, affinchè possano servire come di traccia e di avviamento ad ulteriori studj per la formazione del progetto particolareggiato.

Nel letto del Reno ed a pochi ettometri più a monte della bocca Nord del traforo dell'Appennino, sarebbe a costruirsi la steccaia e la presa d'acqua. L'uno e l'altro di questi due edifizi, essendo destinati a sostenere ed a raccogliere una piccola quantità d'acqua, cioè di 10 a 15 litri per 1", e non mai maggiore di 30 litri, dovranno essere proporzionati al loro scopo, cioè solidi sì, ma di poca entità e di minima spesa.

La presa d'acqua potrà venire susseguita da un acquedotto coperto, fino a raggiungere una località conveniente per costruirvi i filtri.

Questi dovranno in ogni caso fiancheggiare il fiume, affinchè si possa facilmente e con poca spesa cambiarvi le materie filtranti valendosi perciò delle ghiaie e delle sabbie portate dal fiume stesso.

Con questo mezzo, e trattandosi di piccole quantità d'acqua, l'azione dei filtri sarà valevole, e tanto più facilmente inquantochè il Reno è limpido per la maggior parte dell'anno, e che quando sarà soverchiamente torbido si potrà far senza delle sue acque.

I filtri dovranno essere in numero di tre; così mentre due funzioneranno si potrà facilmente ripulire il terzo;

come pure con opportuna cateratta si potrà regolare la quantità d'acqua da derivarsi a smaltire quella superflua.

Queste opere dovendo essere continuamente custodite e sorvegliate per la loro vicinanza al fiume, il quale potrebbe danneggiarle, diviene necessaria la fabbricazione d'una piccola casa, sulla località stessa, per un guardiano.

Le acque uscendo dai filtri si avvieranno alla bocca Nord della galleria, raccogliendo nel loro percorso le sorgenti esterne che saranno state allacciate e condotte verso il medesimo punto con tubi o canaletti murati; quivi si riuniranno a quelle trovate nella galleria stessa, e percorrendo l'acquedotto appositamente costruttovi, riesciranno alla bocca del Sud nel versante Pistoiese.

Raccolto poi il contingente delle polle esterne, condottate anch'esse dalla loro origine in tubi od in opere di muramento, e quelle della galleria Cataldera, potranno seguire la Strada ferrata fin sotto alla Cugna.

In tal punto la Ferrovia e la strada regia Bolognese trovandosi poco presso al medesimo livello, l'acquedotto potrà abbandonare l'andamento della Strada ferrata per seguire la strada regia, abbreviandone lo sviluppo mediante cascatelle da praticarsi lungo il rapido pendìo del monte, mediante le quali l'acqua aerandosi sempre più, non riuscirà che migliorata.

In una località da scegliersi opportunamente, e tale che sia superiore di circa 80 metri sul piano del lastrico degli Uffizi di Firenze, si costruiranno le conserve o serbatoi. A queste faranno pure capo le sorgenti del monte Vestitoli da condursi con tubi o canali murati, secondo resulterà più economico atteso le accidentalità del terreno.

I serbatoi dovranno avere la capacità di 6000 metri cubi, cioè devono poter contenere tant'acqua da alimentare la città per due giorni, e ciò pel caso che soprav-

venissero dei guasti in qualche parte dell'acquedotto per corrosioni, per frane od altro.

Sarà ben fatto il dividere i serbatoi in due parti, acciò sia sempre possibile di fare le occorrenti visite periodiche, le riparazioni e gli spurghi senza interrompere il servizio; pel che gioverà ch'essi sieno muniti di scaricatori per metterli a secco e di sfioratori per rigettare le acque superflue.

Una casetta per un guardiano, completerà le costruzioni da eseguirsi in questa località. Questo guardiano e l'altro accasato presso i filtri di Val di Reno, dovranno comunicare fra loro giornalmente, percorrendo simultaneamente la linea dell'acquedotto, e incontrandosi in un punto di mezzo della distanza che li separa, affine di riconoscere lo stato delle opere, e di concertare le operazioni da farsi per mantenere la portata costante e l'acqua sempre perfettamente limpida.

Dalle conserve si dipartiranno i sifoni fatti con tubi di ferro fuso, che porteranno l'acqua a Firenze e a Pistoia.

Il tubo destinato a condurre le acque a Firenze, dovrà avere non meno di trenta centimetri di diametro, affinchè possa defluire facilmente per esso tutta la quota d'acqua spettante a questa città.

Siccome si stima necessario di avere a Firenze un controbattente di 45 metri in media, così non restano per superare gli attriti nel lunghissimo tubo che da 20 a 25 metri; quantità sufficiente sì, ma non eccedente al bisogno.

Sulla posizione di questo tubo nulla si ha da dire, se non che dovrà essere collocato nel suolo sodo ed a profondità non minore di un metro e mezzo; evitando possibilmente i terreni sommergibili; e che in ogni caso dovrà essere spalmato a caldo di minio o di catrame, per preservarlo dall'ossidazione.

Pei tubi di diramazione nella città si crede opportuno di consigliare che si abbondi alquanto nella determinazione dei loro diametri, affinchè se col tempo si rendesse necessario di accrescere la portata del condotto, questi possano smaltire la maggiore quantità d'acqua, senza doverli cambiare radicalmente od anche solo modificare parzialmente.

A complemento dell'opera si potranno in alcuni punti più popolati della città collocare alcune fontanelle a getto intermittente alle quali possano i cittadini dissetarsi, e la povera gente attingervi quell'acqua che le loro scarse finanze non permettono loro di procacciarsi direttamente in casa.

Finalmente in tutte le vie, ed a convenienti distanze lunghesso i tubi, si dovranno aprire bocche di quattro centimetri di diametro con opportuni congegni per attaccarvi i tubi flessibili da servire per l'estinzione degli incendi, i quali saranno facilmente domati da questa acqua che avrà naturalmente la forza di salire copiosa fin sui più alti tetti.

§. 2. *Dell' acqua per uso di nettezza e d'ornamento della città.*

Le sorgenti appenniniche, ancorchè sussidiate dalle acque del Reno, sono appena sufficienti per gli usi privati; per la nettezza e per l'ornamento della città è necessario di ricorrere ad altro mezzo.

Parrebbe a prima giunta che per sopperire a tutti i bisogni dovesse bastare di prelevare dal Reno una maggior quantità d'acqua onde avere così un solo condotto; ma se si considera che il sito più opportuno per stabilire la derivazione dal Reno è assai prossimo all'origine di questo fiume, il quale non ha ivi che una piccola

portata, si scorge subito che riescirebbe impossibile l'ottenere da esso in ogni tempo tutta la quantità d'acqua di cui si abbisogna.

A questa ragione capitale se ne debbono aggiungere altre, anch'esse di peso; e sono:

1.° Che prelevando molt'acqua dal fiume la si dovrà filtrare perfettamente tutta, e si ricade nella difficoltà finora insuperata dalla filtrazione per grandi masse.

2.° Che dovendosi fare un grosso condotto dal Reno fino a Firenze oltre alle difficoltà che s'incontrerebbero pel passaggio di esso lungo alle gallerie e sui viadotti, ne risulterebbe una ingente spesa non compensata dalla copia dell'acqua.

Dovendosi adunque effettivamente cercare un altro mezzo per avere l'acqua per la nettezza e per l'ornamento della città, e non essendo necessario per questi usi di avere un'acqua purissima e capace d'elevarsi a grande altezza, il pensiero ricorre naturalmente all'Arno, come quello che solo può fornire costantemente acqua copiosa.

Ma le acque dell'Arno scorrono assai basse in prossimità di Firenze, nè per le ragioni già lungamente discusse a suo luogo sarebbe possibile di applicare dei meccanismi per elevarle; devesi adunque risalire il fiume, finchè venga incontrato un punto da cui derivando le acque, queste possano giungere alla città, e sollevarsi per natural livello a dieci o dodici metri almeno.

Ricercando questo punto, colla scorta dei profili pubblicati dal Sig. Comm. Ispettore Manetti, è facile riconoscere che la steccaia dell'Ellera adempie perfettamente alla condizione di sufficiente elevazione, mentre che per la sua breve distanza dalla città rende la condottura poco dispendiosa.

Questa steccaia, fatta di muramento e fondata sulla roccia, è di forma un poco irregolare, e manca in molti siti della conveniente robustezza; il riordinarla ed il darle sufficiente stabilità è cosa nè difficile nè di molta spesa.

Rinforzata la steccaia si potrà aprire a sponda destra del fiume la bocca di derivazione, munendola di tutti gli ordigni necessari a mantenere la regolarità nella quantità d'acqua da derivarsi. Centocinquanta litri per minuto secondo, devono costituire la dotazione ordinaria della bocca di derivazione; questa però dovrà essere disposta in modo da poter ammettere all'occorrenza anche una quantità doppia d'acqua, sia per provvedere a circostanze eccezionali, sia per sopperire al progressivo maggior consumo.

La prelevazione di 150 litri d'acqua per minuto secondo dall'Arno, se riescirà affatto trascurabile per molti mesi dell'anno a fronte della grande portata del fiume, non sarà egualmente trascurabile durante le acque magre, e quand'esso ne ha solo poco più di 500 litri.

I vari opificj disposti lungo il fiume, che in quel frattempo per la scarsità dell'acqua devono spesso accontentarsi d'un moto intermittente, saranno ridotti alla inazione almeno per tutta la durata delle massime magre. Questo inconveniente però non deve impedire l'effettuazione del condotto, perchè i danni che tali opificj saranno per risentire della maggior scarsità della forza motrice, possono essere valutati e compensati; mentre che i danni che potrebbero avvenire ad un'agglomerazione di 120,000 abitati, qual'è Firenze, dall'ulteriore mancanza dell'acqua per la nettezza della città sono gravissimi.

D'altronde poi gli opificj che verrebbero a risentirsi della deficienza dell'acqua sono pochi, cioè quelli soli

compresi fra la steccaia dell'Ellera e la città. Quelli posti inferiormente si troveranno in miglior condizione di prima, perchè le acque tolte dall'Arno per la nettezza della città ritorneranno a ricadervi per la maggior parte riunite a notevole porzione di quelle destinate agli usi domestici, con che al disotto della città il corso dell'Arno non risulterà menomamente depauperato.

Le acque dell'Arno non devono essere condotte alla città nella condizione medesima in cui scorrono pel fiume: perchè le materie sospese, massime in tempo di torbide, facilmente si deporrebbero per gli acquedotti ostruendone o diminuendone la sezione: sparse sui lastrici delle vie, vi lascerebbero uno strato di belletta; ed usate per le fontane monumentali insudicerebbero i marmi, presentando uno sgradevolissimo aspetto. Perciò l'acqua derivata dovrà passare per filtri semplici, i quali possono se non depurarla perfettamente, almeno ricondurla a sufficiente limpidezza.

Un canale murato e scoperto, costrutto nella massima prossimità del fiume e diviso in tre parti, costituirà il vaso, o meglio i vasi filtranti, nei quali sarà facile e di poca spesa il mutare gli strati di ghiaia e sabbia a cagione della vicinanza del letto del fiume.

La lunghezza e la larghezza di questo canale, dovranno essere le maggiori consentite dallo spazio disponibile presso alle case che fiancheggiano l'Arno in vicinanza della steccaia dell' Ellera.

Da questi filtri si otterranno d'ordinario delle acque abbastanza limpide per tutti gli usi pubblici; però nel tempo delle massime torbide sarà prudente di derivare soltanto la metà della portata consueta, ciò che non recherà nessun nocumento alla regolarità del servizio, perchè i giorni di massime torbide coincidono sempre

coi giorni di pioggia, durante i quali il bisogno d'acqua in città si riduce a poca cosa.

Le acque che esciranno dai filtri dovranno essere raccolte in un acquedotto murato coperto ed a piccola pendenza, il quale le conduce fin vicino alla strada ferrata Aretina, nel qual punto saranno ricevute nel condotto forzato fatto con tubi di diametro interno non minore di sessantacinque centimetri.

In questo punto dovrà pure costruirsi un casotto pel guardiano incaricato della sorveglianza della derivazione, dei filtri e di una parte della condottura per tubi, cioè dall'Ellera a Rovezzano.

L'altra parte del condotto compreso fra questo punto e le mura della città sarà invigilata da un altro guardiano, il quale ogni giorno dovrà corrispondere col primo per comunicargli le disposizioni a prendersi per mantenere la più stretta regolarità nel servizio.

In quanto alla diramazione nelle vie della città sarà da portarsi ogni studio a che sia sempre possibile di gettare considerevoli quantità d'acqua all'estremità superiore di ogni fogna costrutta o costruenda, onde formare in esse forti correnti, le quali servano non solo a mondarle, ma anche a disinfettarle.

Piccole fontane a getto continuo dovranno essere stabilite in tutte le vie in sufficiente prossimità l'una dall'altra, ed in modo che le acque possano all'occorrenza spandersi sui lastrici durante le spazzature; la qual cosa giova grandemente ad ottenere una compiuta nettezza, evitando che si elevino nembi di polvere incomodi ai passanti e dannosi alle mercanzie esposte nelle botteghe.

Non è d'uopo d'avvertire che sarebbe utile che queste fontanelle fossero moltiplicate in vicinanza dei mercati,

e particolarmente vicino a quelli degli erbaggi, nei quali è sommamente difficile il conservare la nettezza.

A queste medesime fontanelle o ad altre bocche espressamente praticate sui tubi, attaccando condotti flessibili, si avrà colla massima agevolezza l'acqua per innaffiare direttamente i passeggi pubblici o per riempire rapidamente le botti a ciò destinate.

L'acqua dell'Arno avendo in estate una temperatura piuttosto elevata, che nè il passaggio pei filtri, nè pei tubi sotterranei avrà potuto modificare sensibilmente, converrà meglio d'ogni altra all'innaffiamento dei giardini pubblici e proprietà privata, nei quali potrà essere introdotta sotto la elegante forma di bizzarri zampilli.

Le fontane monumentali esistenti riceveranno maggior decoro ed ornamento dall'acqua abbondante che potrà venir loro somministrata; e la facilità di poterla avere in grande copia in qualsiasi punto della città, inviterà ad inalzare altre fontane capaci di profittare di tutta la sua forza d'elevazione, che come ripetutamente si disse sarà di circa dodici metri.

Se poi gli orifizi delle fontane monumentali si disporranno in modo che, in certi giorni ed ore possano smaltire considerevoli masse d'acqua, si avrà procurato ai cittadini ed ai forestieri uno di quelli spettacoli che tutti invidiano ai fortunati abitatori di Versaille.

Conclusione.

Da quanto si venne fin qui esponendo risulta, che la Commissione propone due condotti distinti, l'uno per le acque potabili, l'altro per le acque destinate alla nettezza ed all'ornamento della città. Con questo doppio sistema, Firenze verrà ad essere largamente provveduta d'acqua,

ed in modo sicuro e perenne; perchè ricevendo l'acqua da due località ben lontane l'una dall'altra, qualunque cosa straordinaria ed imprevista possa succedere, l'una o l'altra sarà sempre in grado di provvedere l'acqua in quantità sufficiente per gli usi più essenziali; e ciò tanto meglio, in quanto che se l'acqua dell'Arno non è così perfetta come quella delle sorgenti appenniniche e del Reno, è tuttavia riconosciuta per abbastanza buona, e potrebbe perciò servire anche alla bevanda per qualche tempo.

Con queste osservazioni si volle mettere in rilievo tutti i vantaggi d'una doppia condotta, e non già far presentire la probabilità di guasti o di interruzioni; imperocchè se pure questi sono fra le cose possibili, sono però da ritenersi nel novero delle rarissime.

Interruzioni periodiche, e molto straordinarie avrebbero luogo se invece di semplici condotti si usassero macchine elevatrici; ma col sistema proposto, purchè si voglia usare attività e sorveglianza non vi saranno mai irregolarità sensibili nel servizio (1).

(1) « La commission verrait avec une peine extrême et une inquietude profonde le service hydraulique principal de Paris subordonné à l'emploi des machines, au prix problablement croissant de la houille.... Elle prefère le fonder sur un procédé tel que la dépense, qui une fois faite, on n'ait jamais à réquérir ni des dérangements en remplacement des machines, ni des variations de prix de la houille....

« Les finances d'une ville ne sont pas toujours prospéres, et si jamais la situation de Paris exige qu'on réduis son budget des depences, il semble naturel et desiderable, à tous les points de vue, que ce ne soit pas en diminuant la quantité d'eau distribuée à ses abitants ». – Relazione della Commissione delle acque di Parigi; – M. Dumas presidente del Consiglio Municipale.

« L'eau déstinée à l'alimentation d'une grande ville doit être non seulement de bonne qualité, et en quantité surabondante, mais encore amenée sans obstacles, ni interruption, ni suspention, sans d'autres soins que l'entretien des conduites, inevitable dans tous les cas ». Déparcieux, Accademie des sciences, 1762.

Resterebbe ora a dire qualche cosa intorno all'ammontare della spesa per le opere proposte; ma a questo riguardo la Commissione non può precisare nulla, essendo che solo da un progetto regolare e particolareggiato si possono ricavare i dati necessari a stabilire gli opportuni calcoli.

Tuttavia, e tanto perchè possa servire di norma al Magistrato Civico per le sue deliberazioni, si computò per approssimazione l'ammontare delle opere principali, e ciò con bastante larghezza perchè vi fossero comprese anche quelle di minor conto, e si venne nella convinzione che la spesa per condurre a Firenze l'acqua dell'Appennino potrà ascendere da Ln. 4,500,000 a 5,000,000; e per condurvi le acque dell'Arno da Ln. 3,500,000 a 4,000,000 cioè in totale 8,000,000 a 9,000,000.

Sulla cifra adunque di 9,000,000 si dovrà essenzialmente contare, sia per non chiudersi fra limiti alle volte troppo ristretti a pregiudizio delle opere, sia perchè, se vi sarà avanzo, questo non andrà mai perduto.

Un'ultima avvertenza è in debito di fare la Commissione, ed è che nella scelta del sistema dei filtri, dei tubi e d'ogni altro apparecchio, debba prevalere sempre quello che *per lungo uso ed esperienza* fu riconosciuto il migliore, ed è più generalmente applicato, rinunziando così a tentare cose nuove, quand'anche queste avessero con piccoli esperimenti ottenuto la sanzione della pratica.

Nè queste cose sono dette a caso, essendochè si ebbe a notare che alcuni degli apparecchi proposti nel progetto Amadei non erano tali da dare buoni resultati, e che particolarmente il sistema *Petit* per la giunzione dei tubi, se poteva riescire con quelli di piccole dimensioni, avrebbe dato luogo ad un'infinità d'inconvenienti per quelli di settanta centimetri.

Ponendo fine al suo dire, la Commissione sente il debito di ringraziare quanti le furono larghi d'indicazioni e di consigli in questi suoi studj, e particolarmente i signori Del Sarto ingegnere civico, De Antoni, ingegnere ispettore delle R. Fabbriche, Siwel ingegnere direttore locale dei lavori del traforo dell'Appennino, i quali ebbero la compiacenza di accompagnarla in alcune delle sue perlustrazioni.

Essa spera che il buon volere del Civico Magistrato di soddisfare al vivo desiderio dei Fiorentini di possedere acqua salubre ed abbondante per tutti i bisogni della città, possa essere coronato del più felice successo, ben contenta se ad ottenerlo avranno in qualche modo giovato li suoi studj e le opinioni che venne esponendo, nelle quali tutti i membri della Commissione unanimemente concordano.

Pisa, 16 *Luglio* 1863.

Luigi Pacinotti,
Paolo Savi,
P. Barilari,
Ferrero Luigi, *relatore.*

71

ALLEGATI.

I.

PRIMA RELAZIONE

DELLA

COMMISSIONE CHIMICA

Ill.mo Signor Gonfaloniere di Firenze.

I sottoscritti, incaricati dal Municipio di Firenze dell'esame analitico delle acque:

1.° Della Sieve,

2.° Dell'Arno (prima del suo ingresso in città),

3.° Dell'acqua del pozzo } dei monti pistoiesi,
4.° Dell'acqua della fonte }

hanno instituito le loro ricerche qualitative e quantitative sulle acque predette in varie epoche, trattandosi delle acque della Sieve e dell'Arno, e unicamente sopra i saggi assai limitati che furono loro trasmessi delle acque pistoiesi del pozzo e della fonte sopra citata.

Questo lavoro può dirsi condotto pressochè a compimento, in quanto concerne le due acque della Sieve e dell'Arno; ma è tuttavia imperfetto quello che si riferisce alle acque del pistoiese, le quali non ci furono fornite

che in quantità troppo scarsa perchè potesse formare subietto alle minuziose e singolari determinazioni quantitative dei loro elementi constituitivi. Ciò non pertanto i risultati delle nostre ricerche ci autorizzano a formulare un giudizio in massima sulla loro importanza igienica o sulla loro potabilità a paragone, affinchè quei signori, i quali sono proposti allo studio tecnico delle condizioni economiche concernenti la loro quantità e la opportunità del loro incanalamento, possano fare anco di esse un giusto argomento di esame.

I sottoscritti intanto avendo in cospetto lo studio di tutte queste acque senza preordinazione di preferenza, non hanno creduto opportuno di rassegnare quella parte del loro lavoro già molto avanzato, e che concerne le acque della Sieve e dell'Arno, inquantochè, ritenuto altresì la idoneità delle acque del Pistoiese, potrebbe la Commissione tecnica venire nel concetto di una scelta particolare, ed in tal caso l'esame scientifico ed il relativo Rapporto dovrebbe essere applicato in modo più dettagliato e più esteso sopra questa o quella acqua potabile, che fosse giudicata più economicamente opportuna.

Per non trattenere adunque i lavori della Commissione tecnica, i sottoscritti si limitano pel momento a formulare in massima il loro giudicio sopra la potabilità di queste quattro acque diverse, pur conducendo a termine il loro lavoro sopra le due acque della Sieve e dell'Arno, delle quali hanno potuto avere di tempo in tempo quelle quantità necessarie ad un esame completo; e colgono la presente opportunità per chiedere che *sia loro fornita una quantità non minore di circa 109 litri dell' acqua della fonte e del pozzo*, onde anco sopra di esse possa venire compiuta una vera e propria analisi chimica, quale può esigersi per acque destinate ad un'applicazione sì generale

e continua, quale è quella della bevanda per la numerosa popolazione della città di Firenze.

Intanto per l'esame comparativo già fatto di tutte queste acque, siamo venuti nel seguente concetto, cioè:

1.° Che l'acqua della Sieve può ritenersi potabilissima e possiamo dire anche igienica, ove si vogliano tenere in conto eziandio le massime proporzioni di materiali reputati confacienti alla umana salute, come il ferro, l'iodio, i fosfati ec., i quali vi potemmo constatare, in aggiunta a quelle sostanze mineralizzanti che per lo più si veggano figurare nelle acque potabili.

2.° Che l'acqua dell'Arno può reputarsi paragonabilmente *essa pure potabile*, se non è da dire di essa, che contiene alcun poco meno di carbonato magnesico, un poco più di solfato di calce, alquanto meno di solfato, e di cloruro magnesico, e copia alcun poco maggiore di sostanza organica, che non un peso eguale dell'acqua di Sieve – le quali differenze voglionsi ricordare come poco apprezzabili dal punto di vista della salubrità; talchè consideriamo ancora quest'acqua meritevole di essere presa in considerazione dal punto di vista della sua applicazione come bevanda salubre, sempre ritenuto per altro, tanto per l'una come per l'altra, che sarebbero assoggettate a riposo e a depurazione mediante un buon sistema di filtri prima che fossero date alla consumazione del pubblico.

Ci resta a dire della idoneità delle altre due acque proposte al nostro esame, cioè dell'acqua *della fonte* e dell'altra detta *del pozzo* tratte dal pistoiese. Abbiamo accennato precedentemente che la scarsa quantità che di queste acque ci fu fornita, non permetteva che vi si istituisse una minuziosa ricerca di tutti quei materiali

secondari che per avventura accompagnano gli altri che vi constatammo. Nondimeno possiamo affermare che di queste due acque quella detta *della fonte* si avvicina assai per la quantità e per la natura de' suoi componenti principali, all'acqua della Sieve, e che perciò ove questa sorgente fosse molto copiosa ed economicamente attuabile i lavori della sua condotta a Firenze potrebbe senza tema di sconvenienza dal lato igienico, essere utilizzata.

Ma sopra tutte assolutamente migliore per la scarsità grandissima dei sali che vi sono contenuti e per la natura loro, è l'acqua detta *del pozzo*, della mentovata località. – I sottoscritti non possono farsi carico delle difficoltà che sia per lo *incanalamento* fino a Firenze, sia per la *quantità*, può presentare il progetto di valersi *onninamente* di questa sorgente; ma egli è certo che essa soddisfarebbe in tutto e per tutto ad ogni esigenza più scrupolosa di igiene, e la nostra città sarebbe fornita di un'acqua saluberrima quanto altre mai. – Con questo convincimento, i sottoscritti augurano che i lavori della Commissione tecnica possano condurre a un così importaute resultamento; ma frattanto mentre fan consapevole la SV. Illustrissima di avere portato pressochè a termine l'esame delle due acque della Sieve e dell'Arno, dichiarano di attendere che sia loro fatta pervenire una copiosa quantità delle acque sopraccennate, cioè *della fonte* e *del pozzo*, o di quest' ultima segnatamente, ove per le quantitative valutazioni che va ad instituire sul luogo la Commissione, possa sperarsi che la proporzione risponda al bisogno.

Questo è quanto i sottoscritti hanno creduto che fosse intanto opportuno di sottoporre alle provvide considera-

zioni della SV. Illustrissima, onde non si ritardi neppure dal lato idraulico lo studio di questo importante argomento. E profittando dell'occasione, si pregiano di rassgnarsi

Della SV. Ill.ma
Firenze, li 31 *Luglio* 1862

Dev.mi Servitori
Firmati Prof. EMILIO BECHI,
Prof. GIUSEPPE OROSI.

II.

RELAZIONE SCIENTIFICA

INTORNO

ALL'ANALISI QUALITATIVA E QUANTITATIVA

DELLE ACQUE POTABILI

PROPOSTE PER LA CITTÀ DI FIRENZE

Ill.mo Signor Cav. Commend. March. FERDINANDO BARTOLOMMEI *Gonf. della città di Firenze.*

I sottoscritti, incaricati officialmente di istituire una analisi chimica qualitativa e quantitativa, segnatamente sopra le acque della Sieve e dell'Arno, all'oggetto di stabilire la potabilità delle medesime, si accinsero a questo lavoro, riguardando le esperienze da istituirsi sopra la prima delle nominate acque come una ripetizione dell'analisi che già era stata eseguita e pubblicata dal benemerito e rimpianto prof. Taddei.

Una Commissione di fisici e di ingegneri ec., istituita dal Municipio fiorentino, ebbe in appresso lo incarico di studiare le località adiacenti a Firenze, onde vedere se si potesse derivare da quelle una qualche nuova e copiosa

sorgente d'acqua potabile, plausibilmente preferibile alle precitate fluviali della Sieve e dell'Arno.

Lo studio tecnico di questo argomento, nei vari subietti che di mano in mano si presentavano alla prelodata Commissione, era di sua natura molto complesso inquantochè faceva d'uopo risolverlo:

1.° In quanto alla potabilità delle varie acque trovate;

2.° In quanto alla convenienza relativa del loro incanalamento a Firenze.

Egli è evidente che la Commissione si trovava nella necessità d'inviarci dei saggi delle sorgenti qua e là rinvenute, e di domandarci un sollecito parere sopra la idoneità loro, a formare un subietto di utile studio tecnico onde non arrestarsi a meditare sulla opportunità di questa o di quella sorgente, se poi l'analisi chimica avesse dovuto non approvarne l'applicazione.

I sottoscritti adunque, mentre che stavano occupandosi delle due analisi summentovate, cioè delle acque della Sieve e dell'Arno, si videro inviati saggi di bene altre dieci acque di origine varia, intorno alle quali, comecchè in piccola quantità, dovettero istituire alcune esatte ricerche, onde rispondere ai quesiti successivamente inviati dalla Commissione tecnica sullodata.

Finalmente, le urgenti domande che ci si fecero dei nostri risultamenti analitici, residuaronsi particolarmente alle acque seguenti, cioè:

1.° Dell'Arno,

2.° Della Sieve,

3.° Del traforo dell'Appennino,

4.° Del fiume Ombrone,

5.° Del torrente Reno.

Lo che implicava la idea che eliminate dal concorso le altre acque cui sopra alludemmo, e delle quali non è qui fatta parola particolare, la scelta dovesse cadere sopra

quelle cinque sopra enunciate; ed è perciò che sodisfacendo per quanto da noi si poteva alle sollecitazioni fatteci dalla Commissione rimettemmo i prospetti delle resultanze analitiche ottenute da quello esame, perchè servissero di documento al giudizio o alla scelta che dovevasi fare. E intanto ci parve più che bastevole in una questione di pubblica igiene, non mancando agli esperti la possibilità di istituire dei paragoni significanti tra la composizione delle proposte acque di fiumi e quelle di altri fiumi, l'acqua dei quali serve con piena sodisfazione igienica ai bisogni di numerose popolazioni.

Quei semplici prospetti, per altro, sembra che lasciassero a desiderare la esposizione minuziosa dei procedimenti tenuti da noi per conseguire quei resultati e questa esposizione richiesta, noi rimettiamo col presente Rapporto, dichiarando che se già nol facemmo in precedenza, ciò dipese dal concetto alquanto diverso che ci eravamo fatti dello stato della questione.

Infatti, noi opinammo sempre, che su quei dati quantitativi forniti dalle nostre analisi, e tenuta a calcolo la maggiore opportunità dello incanalamento di questa o di quell'acqua fluviale, la Commissione tecnica e medica avrebbe potuto definitivamente determinarsi per l'una o per l'altra delle proposte acque; e questo suo giudizio comunicandoci sarebbe stato opportuno riprendere allora lo studio analitico dell'acqua o delle acque prescelte, e recandoci sulle località; istituirvi quelle ricerche complementarie, le quali non possono farsi sopra quei saggi che vengono inviati al laboratorio in recipienti per lo più chiusi imperfettamente.

Inoltre, dovendo l'acqua definitivamente scelta, formare argomento di una minuziossima illustrazione scientifica, ben si comprende che, sia per la quantità, sia per

la moltiplicità, sia pei modi coi quali queste acque ci vennero fornite, una tale illustrazione completa non era materialmente possibile.

Augurandoci adunque di condurre questo minuzioso lavoro analitico al suo desiderabile compimento, quando conosceremo la scelta che sta per fare la Commissione, ci uniformiamo allo espressoci desiderio, di corredare cioè i nostri sommari analitici colla esposizione de' procedimenti pei quali ci fu dato di conseguire quei resultati, e vi aggiungiamo a complemento la notizia di altre sostanze, le quali pervenimmo a determinare, valendoci del tempo più lato che avemmo a disposizione.

Ricerche qualitative. - Modi della investigazione.

Queste acque ci furono fornite in grandi fiasche della capacità di circa venti litri, chiuse con turaccioli di sughero, coperti con tela e legati. Estratte per decantazione, mediante un sifone, dai loro recipienti ci si mostrarono limpidissime. Neppure ci appare essersi costituito sul fondo di esse, alcun sedimento che fosse ben valutabile dal punto di vista di questo esame. Ciascuna di esse è inodora, priva di colore sensibile, vedute anche in massa; nè han sapore quasi diverso, tanto che possa indicarsi come un segno di loro specificazione.

Della temperatura non è opportuno parlare, dovendosi ritenere stabilita uniforme per tutte. Lasciate di lunga mano a sè stesse (per vari mesi) mantengonsi limpide; non danno segni di corruzione per lo abbandono che se ne faccia in vaso aperto o chiuso, non vestonsi d'incrostazioni calcaree o terrose, non s'intorbidano, sciolgono perfettamente a mo' delle buone acque potabili il sapone,

si prestano alle lunghe ebollizioni senza intorbidarsi sensibilmente, e così dunque sono adatte alla cottura delle carni e dei cereali ec.

Esame coi reattivi.

Proponendoci di riassumere nei prospetti complessivi le resultanze quantitative, noi intendiamo di esporre semplicemente i modi di ricerca che applicammo a queste varie acque, senza arrestarsi in modo particolare sopra a ciascuna; inquantochè questo processo di esposizione evidentemente ci condurrebbe a molte oziose ripetizioni.

Se si agita un volume di qualunque di queste acque per entro un tubo di vetro dopo di avervi affuso un poco d'acido solforico o azotico, svolgonsi da ciascuna delle minutissime bolle gazose. D'altronde l'*acqua di calce* commista in quantità successive, a poco a poco con l'una o con l'altra v' ingenera un lieve intorbidamento che poi sparisce, ma che si rinnuova permanentemente se l'acqua di calce ecceda.

Queste acque tutte contengono conseguentemente:

Acido-carbonico libero e *carbonati* come vedremo.

D'acido carbonico libero hassi pur traccia sempre ove raccolgasi in tubi sopra il mercurio, il gaz che vien fuori da esse per ebollizione.

Contengono carbonati, perchè il residuo della loro evaporazione, parte si scioglie nell'acqua stillata e parte no; e quella parte che non si scioglie fa effervescenza manifestissima con gli acidi, e scomparisce usando all'uopo acido acetico o nitrico o cloroidrico.

L'ammoniaca, versata in esperienza comparativa in una certa simile quantità delle quattro acque prese ad

esaminare determina in ciascuna di esse un lievissimo intorbidamento tutto proprio della magnesia. Cresce notabilmente un tale precipitato dove più e dove meno mediante l'aggiunta di un poco di *fosfato di soda* ordinario per la formazione del triplice sale ammonico magnesiano. $= Ph\,O^5,\ 2\,Mg\,O,\ NH^4\,O + 12$ acqua.

D'altronde se qualunque di queste acque si mescoli con cloruro d'ammonio, relativamente copioso, e vi si affonda poscia alquanto *ossalato d'ammoniaca* disciolto, tosto s' ingenera un sensibilissimo precipitato, che dimostra in esse la presenza della *calce*. Filtrato il liquido onde separarne questo precipitato, trovasi la *magnesia* manifestissima in quello, mediante l'aggiunta del prenunciato fosfato di soda.

Contengono adunque tutte *calce e magnesia salificate*.

L'aggiunta ad alcune quantità di queste acque prese per saggio, di alquanto acido azotico puro, o di un poco di *azotato di barile* disciolto, tosto vi si manifesta la presenza pur di *solfati e cloruri* ancora esistono in ciascuna di queste acque. Infatti, basta renderle acidute con acido azotico puro, e sopraffondervi dello azotato d'argento disciolto perchè tutte precipitino in bianco. Il precipitato è solubile completamente nell'ammoniaca. Se qualcosa di diverso si manifesta a paragone, ella è una colorazione non puramente bianca di quel precipitato, dipendentemente dalla quantità della materia organica, per avventura contenuta in varia proporzione, ma sempre tenuissima in tali acque.

Procedendo ad alcune altre investigazioni qualitative, parte di queste acque, ciascuna isolatamente; è stata a mite calore evaporata a secchezza in capsula di platino. Il residuo che se ne ottiene è scarso in tutte, e poco diverso di caratteri e di quantità.

In generale questo residuo è biancastro, appena deliquescente; leggiero assai. Se si riscalda assai forte, imbrunisce, si cementa o si agglutina insieme ed esala l'odore di sostanza organica decomposta, accompagnato da un passeggiero vapore di *acido cloroidrico*, il quale è pur fatto manifesto dai vapori più densi e bianchi che formansi quando si approssima una bacchetta di vetro irrorata d'ammoniaca alla capsula in cui si opera la precitata calcinazione.

Del resto se tali residui vengono esauriti con alcool puro, e questo si evapori dolcemente a secchezza, il nuovo residuo che ottiensi è deliquescentissimo. Sciolto in acqua stillata, e trattato con ammoniaca, già tosto non solo s'intorbida ma precipita copiosamente quando vi si affonda alquanto *fosfato di soda* disciolto. Il nuovo precipitato, costituito dal doppio sale summentovato, è una prova indiretta della presenza del *cloruro di magnesio* in queste acque.

Quando l'alcool non scioglie di quel residuo complesso, che le acque abbandonano per evaporazione in parte passa agevolmente nell'acqua stillata. Nella nuova soluzione i reattivi dimostrano:

Magnesia, tracce;
Acido solforico, copiosamente;
Cloro, copiosamente;
Calce, in piccola quantità.

Dopo l'alcool e l'acqua esercitate come veicoli sui rispettivi residui di siffatte acque, rimane pur sempre una certa quantità di sali indisciolti, i quali sono giallognoli più o meno, e tutti solubili con manifestissima effervescenza negli acidi, quasi senza lasciare ulteriore residuo.

La nuova soluzione fatta con acido cloroidrico purissimo, *tenuta acida assai*, manifesta mediante:

1.° L'*ammoniaca*. Tracce d'*allumina* in tutte;

2.° L'*ossalato d'ammoniaca*. Precipitato bianco copioso più o meno, ma sensibilissimo in tutte;

3.° Il *fosfato di soda*. Precipitato di doppio fosfato di ammoniaca e magnesia in ciascuna;

4.° Il *cloruro di bario*. Precipitato di solfato baritico, dipendentemente dal *solfato di calce* disciolto;

5.° Il *cianuro rosso di potassio* o *di ferro*. Colorazione lievissima dipendentemente da *ferro* in condizione di proto-sale, in special modo nell'acqua dell'Arno, della Sieve e del Reno;

6.° Il *prussiato di potassa*. Non produce effetto sensibile in nessuna di esse;

7.° L'*acido tannico*. Del pari non produce effetto immediato in qualunque di esse, ma dopo varie ore si vede il misto assumere una colorazione peraltro lievissima;

8.° Il *cloruro d'oro*. Non sembra indurvi mutamento sensibile, se non dopo parecchie ore. Allora si vede il misto assumere una lieve colorazione che volge all'azzurro, dipendentemente in doppio modo, vuoi dalla materia organica o vuoi dal proto-sale ferruginoso summentovato.

Conseguentemente queste acque contengono:

Qualitativamente {
solfati di soda, di calce e di magnesia,
cloruri di sodio e di magnesio,
carbonati di calce e di magnesia,
tracce di ferro,
e tutte, tracce d'allumina e di sostanza organica.

Ricerche e valutazioni degli azotati.

Ciascuna di queste acque contiene degli azotati, in piccole ma valutabili proporzioni. Hassene contezza in vari modi, cioè:

Se facciasi evaporare una quantità di parecchi litri d'acqua, ed il residuo della evaporazione si tratti con acqua fredda e pura, la nuova soluzione ridotta a secchezza ed il residuo commisto con un poco di rame metallico ripristinato dall'idrogeno, e cioè finissimo, si irrori dentro un tubetto con qualche goccia d'acido solforico e lievemente si scaldi, tosto veggonsi apparire dei vapori rutilanti, che sono indizio manifesto della presenza degli azotati.

Ancora per mezzo della soluzione solforica dello indaco, puossi arrivare a questa dimostrazione.

Infatti, tolta via la influenza possibile della sostanza organica mediante la sua distruzione per opera del biossido di manganese e dell'acido solforico (del quale misto non traesi effetto sull'acido azotico), stillasi il liquido concentrato di molti litri d'acqua dentro una storta, e si raccoglie il prodotto in cui l'acido azotico passa con qualche traccia d'acido solforico.

Saturando con acque di barite il prodotto, l'ultimo acido si elimina poscia in filtrazione. Il liquido che passa contiene l'acido azotico in azotato baritico che può rimanere per evaporazione. Sopra siffatto liquido una soluzione graduale di indaco solforico, ci fa conoscere non solo la presenza degli azotati in queste acque, ma valutarne eziandio la proporzione.

Per altro, quest'ultima determinazione quantitativa fu conseguita nel modo seguente, cioè:

Cinquanta litri di ciascuna acqua furono per evaporazione ridotti ad un quinto del primitivo volume, poscia fu aggiunto un eccesso d'acqua di barite al residuo, ed il liquore disceverato così dalla presenza di carbonati e solfati, venne filtrato ed evaporato diligentemente a secchezza. L' eccesso della barite ivi convenuta si distraeva facilmente per lo abbandono di quel residuo a prolungato contatto dell'aria per l'acido-carbonico, della quale la barite libera divien carbonato. Il residuo ripreso con acqua stillata, fu misto con alquanto ossido d'argento di recente preparazione ed umido, quindi novellamente filtrato. Per siffatta guisa eliminaronsi i cloruri esistenti, e si potè sottoporre ad una ulteriore concentrazione. Poscia venne riunito in storta con alcun poco di acido solforico e di biossido di manganese, la mutua azione dei quali essendo sopita, fu proceduto al riscaldamento, e raccolto cautamente il prodotto della distillazione.

Come accennammo precedentemente, siffatto prodotto acido venne saturato con acqua di barite, e quindi vi fu fatto passare una mite corrente di gaz carbonico; poscia filtrossi ed il liquido fu evaporato. Il residuo fornisce gli azotati quesiti, valutabili siccome è noto per equivalenza di peso. Noi preferimmo la riduzione della loro barite in solfato, mediante l'aggiunta di un poco di acido solforico e la successiva calcinazione.

I risultati di queste indagini quantitative, sono espressi dalle cifre presenti poste in relazione rispettiva con le acque.

	Denominazione.		Acido azotico.
Grammi 1000 d'acqua	Acqua della Sieve.	Grammi	0,000340
	Acqua dell'Arno.	»	0,000370
	Traforo dell'Appennino.	»	0,000040
	Acqua dell'Ombrone	»	0,000290
	Acqua del Reno	»	0,000320

Lo stato di combinazione dell'acido azotico nelle acque pluviali o di fiume, non puossi bene determinare. Infatti può ammettersi in condizione di azotato ammoniacale; o a seconda delle condizioni del suolo, o diciamo più latamente, della origine molto complessa e varia dei principj che mineralizzano le acque, vi si può ritrovare in condizioni di azotato di potassa, o di soda, o di calce. L'analisi di un'acqua fluviale pur tuttavia costando la esistenza degli azotati in genere, imprenderebbe per avventura una difficilissima ed oziosa ricerca, mirando a determinarne la specie.

D'altronde, puossi ben credere che la presenza della sostanza organica in tutte le acque scorrenti a contatto del suolo e dei prodotti della vegetazione, ossivvero eziandio a contatto dell'aria atmosferica, abbia una parte notabile nella formazione dell'azotato ammoniacale, che infatti vuolsi di preferenza ammettere in quasi tutte le acque o di pioggia o di fiume.

Aggiungiamo finalmente, che non è difficile costatare anche in queste acque (ridotte a concentratissima dissoluzione, dopo averne eliminati per la maggior copia i cloruri, di costatarvi, diciamo eziandio gli *azotiti* mediante l'acido solforico purissimo diluito, la colla d'amido e lo joduro potassico chimicamente scevro di jodato, secondo suggerisce Schoenbein. Ma non annettiamo grand'importanza a cosiffatta reazione, simile a quella che induce l'ozono sopra la carta jodo-amidata, inquantochè vuolsi attribuire pur tuttavia la possibile origine degli azotiti, che troviamo nelle acque, a cause molteplici, e talvolta semplici od ovvie tanto, che le combustioni in genere e la stessa evaporazione a contatto dell'aria, può provocarne la formazione; e ciò tanto più si verificherebbe quanto le acque sottoposte agli esperimenti nostri, con-

tengono tutte del bicarbonato di calce. Ora è noto che l'acqua istessa stillata, posta a lungo contatto con aria copiosa in recipiente chiuso, può mostrare di contenere azotiti.

Ricerche e valutazioni quantitative dell'ammoniaca.

Fondandoci sul fatto già noto, cioè del totale passaggio dell'ammoniaca liberamente contenuta in un'acqua, coi primi prodotti di una distillazione regolare, abbiamo proceduto a questa ricerca ed alla valutazione quantitativa, servendoci dello apparecchio di Boussingault, ed operando in reiterate distillazioni sopra bene otto litri di ciascuna acqua. L'ammoniaca che esiste in tutte, riesce valutabile facilmente sopra una proporzione siffatta.

Lo apparecchio consiste, siccome è noto, in un matraccio capace di circa tre litri, munito di un tubo per la introduzione di un alcali fisso, e di un altro tubo curvo che si congiunge con un serpentino di vetro costantemente refrigerato.

Operammo sopra due litri d'acqua per volta, commista convenientemente con soluzione di idrato di potassa puro e già fuso, destinato a prevenire ogni svolgimento di gas carbonico non solamente, ma eziandio ad estrinsecare da qualunque sua combinazione l'ammoniaca quesita, e raccogliemmo i due quinti della totalità dell'acqua posta a stillare. Abbiamo creduto opportuno di sottoporre ad una nuova distillazione particolare le varie frazioni cumulate di ogni acqua, all'oggetto di ridurci ad operare definitivamente sopra un prodotto nel quale l'ammoniaca degli otto litri summentovati si trovasse concentrata, per così dire, o totalmentente raccolta.

Abbiamo successivamente valutata quest'ammoniaca, mediante un liquido acido graduato sì debolmente, che dieci centimetri cubici d'acido solforico già diluito, fossero neutralizzabili da un centigrammo d'ammoniaca, e per converso adoperammo un saccarato alcalinico, tale, che 25 centimetri cubici neutralizzassero 10 centimetri cubici del liquore di prova.

Tralasciamo di riferire le precauzioni di pratica elementare concernenti la procurata sensibilità della tintura di laccamuffa, e quelle relative alla possibile alcalinità del vetro degli apparecchi adoperati nelle esperienze.

I resultati che ci fu dato ottenere sono registrati nel seguente breve Prospetto, ove la proporzione dell'ammoniaca è valutata per 1000 grammi di ciascuna acqua.

	Denominazione.	Ammoniaca.	
Acqua 1000 grammi	Della Sieve	milligrammi.	0,200
	Dell'Arno	»	0,207
	Traforo dell'Appennino.	»	0,016
	Del Reno	»	0,145
	Dell'Ombrone	»	0,180

Non è possibile determinare lo stato di combinazione chimica dell'ammoniaca che generalmente si trova nelle acque, specialmente correnti a lungo contatto con l'aria. – Influiscono del resto sopra la presenza non solo, ma sopra la quantità, notabilmente il terreno d'onde derivano, e sul quale trascorrono, e v'influiscono le stagioni. – Quanto alla natura del suolo, la influenza vi appare manifesta, considerando la diversa quantità che a paragone trovossi nell'acque del Traforo Appenninico. – Essa non giunge in media ad $^1/_{10}$ dell'ammoniaca contenuta nelle acque fluviali.

D'altronde, instituendo dei paralleli con la proporzione trovata nell'acqua potabilissima di varj altri fiumi, si vede non differire queste nostre in esame sotto tal punto di vista notabilmente da quelli.

Denominazione.		Ammoniaca.	
Acqua della Senna.	milligrammi	0,120	
Acqua detta presso il Ponte della Concordia	»	0,160	
Acqua del Reno presso Lauterbourg	»	0,490	(Giugno)
» . . . . . idem	»	0,430	(Agosto)
» . . . . . idem	»	0,170	(Ottobre)

Finalmente è noto che *in media* estimasi la quantità dell'ammoniaca contenuta particolarmente nelle tre grandi categorie di acque potabili, siccome appresso, cioè:

Acque pluviali	0,00000072
Acque fluviali	0,00000018
Acque sorgive	0,00000009
Media generale.	0,00000033

Ricerca e valutazione dell' Jodio.

Precipitando mediante lo azotato d'argento una certa quantità delle acque in esame, non minore di quattro litri, previamente acidulate d'acido azotico, ed il precipitato riducendo sopra di un filtro, abbiamo raccolto su quello un misto di cloruro e dei possibili bromuro ed joduro d'argento. – Se si lava e poscia lo si introduce dentro un matraccio con alquanta acqua di cloro e si agita con essa, e dopo parecchie ore si filtra, abbiamo

nel liquido una soluzione di cloruro di bromo e di jodio, che mista ad alcun poco di potassa purissima all'alcool, ed evaporata a secchezza in capsula di platino e bastantemente scaldata, ci fornisce un residuo, il quale viene disciolto in poca acqua, e la soluzione commista a poco amido sciolto, a poco etere, e a qualche goccia di acido solforico e azotico, dà manifesti segni dove più e dove meno di jodio; – nessuno di bromo. – Ancora mediante la nota colorazione del solfuro di carbonio, si giunge ad avere contezza anche più certa della presenza dell'jodio in queste acque.

Dicemmo dove più e dove meno, avvegnachè potentissimo ci apparve lo jodio nelle acque della Sieve e dell'Arno avendone posto in esperimento circa otto litri. Delle altre acque, cioè dell'Ombrone, del Reno e del Traforo Appenninico, non ci furono poste a disposizione bastevoli quantità, da concederci di operare anche per questa ricerca sopra una maggiore raccolta del misto precipitato di cui dicemmo. – Laonde non potemmo assegnare definitivamente le proporzioni come apparisce dal breve specchio seguente. – Affermiamo esistere jodio eziandio in quelle, ma ne riteniamo a paragone, alquanto minore la quantità.

A questa determinazione quantitativa fu proceduto sulle acque della Sieve e dell'Arno, mediante la evaporazione di cinquanta litri di liquido. – All'acqua da evoporarsi fu aggiunto alcun poco di carbonato potassico puro, e segnatamente scevro di qualsivoglia traccia di joduri. Ridotto il liquido a bene esiguo volume e freddato, decantossi dalla massa dei già formati cristalli di solfati, carbonati e cloruri, e questi lavoronsi bene con alcool puro, e la nuova soluzione fu evaporata quasi e secchezza. – Il residuo novellamente ripreso con alcool fu evaporato del pari, ed in fine moderatamente fu calcinato in

capsulina di platino. – Sciolto anco una volta nell'acqua stillata, precipitossene la totalità dello jodio in singolari esperienze, mediante lo azotato di protossido di palladio.

Lo joduro palladico dopo un lungo riposo venne raccolto sopra a filtri previamente pesati, ed ivi si lavò con acqua stillata, calda, quindi con alcool riettificato, ed asciugossi tra i gradi 50 e 60, e con le cautele inutili a ricordarsi, valutossene il peso, il quale ragguagliammo alla proporzione di un litro d'acqua e ad jodio libero siccome appresso;

Acqua della Sieve . . . grammi 1000 jodio 0,0004
Acqua dell'Arno. . . . . » — » 0,0003
Acqua dell'Ombrone del Reno e Traforo — invalutabili.

Ricerca del Fluoro.

La presenza di questo corpo è stata constatata in moltissime acque sorgive e fluviali, e segnatamente pur nelle nostre. – Secondo le esperienze registrate da uno di noi nel giornale *Italiano* di scienze mediche e naturali, e nel *Progresso* N.° 7, 1849 (Ricerche Bechi) il fluoro si trova come concentrato nei primi prodotti che si separano per la evaporazione delle acque. – È noto che Marchand opina che il fluoro sia parte costituente di tutte le acque che procedono per lungo corso sopra gli strati superficiali della terra, nei quali egli ammette come diffusissimo il fluoruro di calcio. Questo sale diventa solubile in virtù del gas carbonico libero, dissipandosi il quale, il fluoruro si separa commisto coi carbonati terrosi, prima assai che la silice divenga insolubile, e faccia ostacolo alle manifestazioni del fluoro.

Noi abbiamo esplorato queste nostre acque, cimentando in particolar modo i primi prodotti del loro riscaldamento spinto assai innanzi aiutando, l'opera con l'ammoniaca. – Questi sedimenti salini vennero disciolti nell'acido cloroidrico; fuvvi aggiunta dell'ammoniaca, ed il nuovo sedimento venne posto in crogiuolo di platino, ed ivi irrorato con acido solforico e riscaldato, dopo avervi sovrapposto in ciascuna esperienza una lastrina di quarzo incerata e segnata di alcune linee a disegno. – In ogni caso potemmo constatare la indubitabile influenza del fluoro, per lo spulimento verificato corrispondente alle linee suddette.

Ricerca della potassa, della litina, della stronziana.

Quanto alla potassa che più specialmente poteva interessarci di valutare, abbiamo proceduto nella investigazione sicccome appresso, cioè:

Sopra il residuo salino ottenuto dalla evaporazione di una quantità notabile d'acqua (6 litri) abbiamo versato del carbonato di soda purissimo fino alla completa precipitazione delle basi, calce e magnesia in carbonati insolubili. Eliminati i quali per filtrazione, abbiamo evaporato quasi a secchezza, e sul residuo salino abbiamo versato acido solforico, e convertiti per tal modo tutti i sali in solfati, abbiamo scaldato forte la massa fino ad eliminazione completa dello eccedente acido.

Sciolto il residuo novellamente in acqua stillata lo abbiamo trasmutato in soluzione di acetati, mediante acetato baritico, pel quale tutto l'acido solforico eliminossi precipitato in solfato insolubilissimo.

La soluzione degli acetati venne evaporata a secchezza ed il residuo fu ripreso in limpida soluzione coll'alcool.

In cosiffatta soluzione, in cui le basi soda e potassa erano ridotte acetate, l'affusione del cloruro di platino alcoolico non determinò guari vestigio sensibile di precipitazione indicante potassa. – Evaporato il liquido e calcinato fortemente il residuo, l'acqua con cui si tratta lascia insoluto il platino ed assume onninamente la soda in un misto di carbonato e cloruro che valutiamo intanto come in un primo esperimento da confermarsi in appresso.

Ma se questi modi di ricerca vogliasi per la potassa, e (mutati gli espedienti a seconda) vogliasi per la litina e la stronziana, non ci condussero a determinazioni quantitative, ci sovvenne per altro all'uopo il meraviglioso analizzatore spettrale, da cui potemmo avere la patente dimostrazione della presenza della stessa potassa, della litina e della stronziana in tutti i residui di cosiffatte acque, cimentati alla fiamma e speculati nello spettro di quello apparecchio.

Queste ricerche sono state eseguite mediante lo spettrometro dello Instituto tecnico di Firenze.

Analisi quantitativa.

Come avvertimmo, abbiamo dovuto pretermettere la determinazione quantitativa dei gas disciolti in queste acque, inquantochè la reputammo opera non egualmente applicabile a tutte, essendoci stato inviate al laboratorio non diligentemente chiuse siccome fa d'uopo. – D'altronde siffatta ricerca si applicherà quando che sia sulle acque prescelte, recandoci personalmente sui luoghi, ed ivi operando se occorra.

Acido solforico dei solfati.

Il cloruro di bario e lo azotato baritico affusi in qualsivoglia di queste acque acidulate opportunamente ma nel normale loro stato di diluzione, non danno precipitato così notabile che indi si presti ad una facile separazione e valutazione.

Egli è perciò che abbiamo preferito di concentrare un litro di ciascun'acqua fino alla riduzione di 150 centimetri cubici, dopo di avervi aggiunta una piccola quantità di acido cloroidrico. – Il liquido limpidissimo è stato scaldato a circa 80 gradi, e quindi vi è stato affuso un leggiero eccesso di soluzione di cloruro di bario. – Il misto abbandonato al riposo, è stato poscia debitamente filtrato per carta bianca da analisi, lavato quanto si conviene, e poscia scaldato al rosso dentro una capsula di platino già pesata. – Incenerito del tutto il piccolissimo filtro (grammi uno di questa carta non lascia guari grammi $^{5}/_{1000}$ di residuo cinereo), e ripesata la capsula ci ha fornito in due consecutive esperienze per ciascun'acqua un eccesso di peso siccome notiamo, cioè:

Acqua dell'Arno (1 litro).

1.ª	Esperienza	Solfato baritico	grammi	0,06092
2.ª	Esperienza	»	»	0,06089
»	Media	»	»	0,06090
»	D'onde deduciamo	*Acido solforico*	»	0,02076

Acqua della Sieve (1 litro).

1.ª	Esperienza	Solfato baritico	grammi	0,09125
2.ª	Esperienza	»	»	0,09109
»	Media resultante	»	»	0,09120
»	D'onde	*Acido solforico*	»	0,03104

Acqua del Traforo Appenninico (1 litro).

1.ª Esperienza	Solfato baritico	grammi	0,02943
2.ª Esperienza	»	»	0,02937
» Media resultante	»	»	0,02940
» D' onde	*Acido solforico*	»	0,00998

Acqua dell' Ombrone (1 litro).

1.ª Esperienza	Solfato baritico	grammi	0,06904
2.ª Esperienza	»	»	0,06900
» Media resultante	»	»	0,06902
» D' onde	*Acido solforico*	»	0,02347

Acqua del Reno (1 litro).

1.ª Esperienza	Solfato di barite	grammi	0,02940
2.ª Esperienza	»	»	0,02943
» Media resultante	»	»	0,02941
» D' onde	*Acido solforico*	»	0,01015

E riassumendo in un parallelo tai resultati, abbiamo:

In un litro d' Acqua a + 15 temperatura

Dell' Arno	Acido solforico	grammi	0,02076
Della Sieve	»	»	0,03104
Del Traforo	»	»	0,00998
Dell' Ombrone	»	»	0,02347
Del Reno	»	»	0,01015

Determinazione del Cloro.

Misurato esattamente un litro di ciascun' acqua , e ciò per due volte , onde reiterare la determinazione del

cloro in una doppia esperienza come già procedemmo per l'acido solforico, queste acque abbiamo acidulato sensibilmente d'acido azotico puro, vi abbiamo affuso azotato d'argento disciolto, in poco ma bastevole eccesso, e le abbiamo poste in disparte fuori della luce. – Trascorse 24 ore e fatti per riposo limpidissimi i liquidi, questi abbiamo separato per decantazione del cloruro d'argento. Il quale tutto raccolto, saggio per saggio, su filtri, ed ivi accuratamente lavato e asciugato, venne poscia separato dai filtri, e, ridotto in capsula di platino, ivi fu asciutto perfettamente senza fusione. La materia del filtro fu incenerata, detratta la cenere e cumulato lo eccesso del peso, su quello del cloruro trovato. – Ecco i resultamenti di due successive valutazioni per ciascun'acqua:

Acqua dell'Arno (1 litro).

1.ª	Esperienza	Cloruro d'argento	grammi	0,04649
2.ª	Esperienza	»	»	0,04651
»	Media resultante	»	»	0,04650
»	D'onde	*Cloro*	»	0,01164

Acqua della Sieve (1 litro).

1.ª	Esperienza	Cloruro d'argento	grammi	0,08510
2.ª	Esperienza	»	»	0,08508
»	Media resultante	»	»	0,08509
»	D'onde	*Cloro*	»	0,02127

Acqua del Traforo Appennínico (1 litro).

1.ª	Esperienza	Cloruro d'argento	grammi	0,02506
2.ª	Esperienza	»	»	0,02509
»	Media resultante	»	»	0,02507
»	D'onde	*Cloro*	»	0,00627

Acqua dell'Ombrone (1 litro).

1.ª	Esperienza	Cloruro d'argento	grammi	0,03199
2.ª	Esperienza	»	»	0,03194
»	Media resultante	»	»	0,03196
»	D'onde	*Cloro*	»	0,00799

Acqua del Reno (1 litro).

1.ª	Esperienza	Cloruro d'argento	grammi	0,02311
2.ª	Esperienza	»	»	0,02313
»	Media resultante	»	»	0,02312
»	D'onde	*Cloro*	»	0,00578

Riassumendo a confronto tai resultati, abbiamo:

In un litro d'acqua a + 15 di temperatura.

Dell'Arno	Cloro	grammi	0,01164
Della Sieve	»	»	0,02127
Del Traforo Appenninico	»	»	0,00627
Dell'Ombrone	»	»	0,00799
Del Reno	»	»	0,00578

Determinazione della calce e della silice.

Vedemmo che la calce esiste in queste acque in due condizioni diverse, cioè in stato di *bicarbonato* e di *solfato*. — Della separazione di cosiffatti sali diremo in appresso.

Intanto a valutare la totalità di questa base terrosa, ed eziandio della silice, operammo sopra tre litri di ciascuna acqua, la quale acidulammo previamente con un misto di acido azotico e cloroidrico. Le acque furono evaporate in capsula di porcellana fino a secchezza, ed il

residuo ebbe a subire una lieve calcinazione, perchè la silice si rendesse del tutto insolubile. – Il residuo fu ripreso con una piccola quantità d'acqua stillata, contenente circa un ventesimo del suo peso di acido cloroidrico. – Sciolta per riscaldamento la totalità dei sali residui, il misto fu versato sopra di un filtro entro cui la silice così fu raccolta, lavata e successivamente calcinata a forte temperatura in un crogiuolo di platino.

Noi abbiamo ragguagliato al peso di 1 kilogrammo, le quantità trovate d'acido *silicico* siccome appresso, cioè:

Acqua	dell'Arno	Silice	grammi	0,0014
»	della Sieve	»	»	0,0026
»	del Traforo	»	»	0,0025
»	dell'Ombrone	»	»	0,0029
»	del Reno	»	»	0,0018

Il liquido da cui fu separata la silice per filtrazione soprassaturammo con ammoniaca pura, la quale diè luogo, in alcune acque più ed in altre meno, alla formazione di alcuni leggieri stracci o fiocchi d'*idrato di sesquiossido di ferro* che trascurammo. – Nelle acque filtrate fu poscia affusa una soluzione di *ossalato d'ammoniaca*, il quale determinò la precipitazione della totalità della calce in ossalato insolubile. – Esso fu dopo un lungo riposo separato per decantazione dal liquido limpidissimo; – poscia venne raccolto sopra di un filtro lavato su quello, asciutto, e decomposto in crogiuolo di platino fino a rossezza.

Il residuo misto di carbonato calcareo e calce caustica, fu ridotto in solfato mediante alcune goccie di acido solforico e azotico, onde la totalità della calce residuossi in solfato anidro, il peso del quale disceverato da quello

del poco residuo cinereo spettante al filtro, residuossi nella quantità di che appresso, cioè:

Acque (Litri 1).		Solfato.	Calce.
Acqua	dell'Arno	grammi 0,09756	0,04005
»	della Sieve	» 0,10317	0,04230
»	del Traforo	» 0,09195	0,03776
»	dell'Ombrone	» 0,11292	0,04631
»	del Reno	» 0,08536	0,03570

Magnesia, Ferro, Manganese, Allumina.

Operammo su dieci litri di ciascun'acqua. Questa acidulammo con alquanto acido cloroidrico ed azotico, ed evaporammo parte a parte in capsula di porcellana fino a secchezza. – Il residuo, nel quale la silice si era resa affatto insolubile, fu novellamente ripreso con acqua appena acidulata d'acido cloroidrico e resa alcoolica. – Filtrammo e distogliemmo così la silice e quel tanto di solfato di calce che si trova in queste acque.

Alla separazione di questi due corpi lavati con acqua alcoolizzata, conforme fu detto, procedemmo trattando il misto insolubile a lunga ebollizione con carbonato di soda in liquido concentrato, per cui il solfato calcareo convertissi in carbonato corrispondente ed equivalente, che valutammo, riducendone la proporzione trovata ad un decimo, siccome appresso, cioè:

Acqua	dell'Arno	Solfato calcareo	grammi 0,0075
»	della Sieve	»	» 0,0047
»	del Traforo	»	» 0,0031
»	dell'Ombrone	»	» 0,0076
»	del Reno	»	» 0,0050

Quanto si disciolse nell' acqua, per la quale isolaronsi l'acido silicico ed il solfato calcareo, rappresentava in questa nostra speciale ricerca

La totalità della Magnesia,
del Ferro,
dell'Allumina,
del Manganese.

Alcalizzammo la soluzione con ammonica, e fuvvi così ingenerato cloruro d'ammonio, valevole ad impedire la precipitazione della magnesia e del manganese. – Lo eccesso dell' alcali determina in ciascuna delle nostre acque in esame la separazione di alcuni fiocchi rossigni, i quali a poco a poco vanno guadagnando il fondo dei recipienti che chiudonsi ermeticamente e si abbandonano per qualche tempo al riposo.

Dopo 12 ore separammo per decantazione e filtrazione il precipitato fioccoso in cui potevano essere:

L'ossido di ferro sesquiossido
e l'allumina.

Questo precipitato venne disciolto in acido cloroidrico puro, e dalla soluzione quindi precipitammo il ferro novellamente con la potassa, bollendo il liquido. Il ferro sesquiossido fu anco una volta separato e lavato e di bel nuovo disciolto in acido cloridrico d'onde definitivamente precipitossi con l'ammoniaca. – Raccolto, lavato, asciutto e calcinato, residuossi nella quantità che notiamo per equivalenza in:

Carbonato di protossido di ferro	Acqua dell' Arno	grammi	0,0080
	» della Sieve	»	0,0073
	» del Traforo	»	0,0016
	» dell' Ombrone	»	0,0022
	» del Reno	»	0,0115

La soluzione potassica, d'onde ebbesi il ferro per immediata precipitazione, fu neutralizzata con acido cloroidrico, indi mista con carbonato ammonico ad ebullizione protratta, ed ebbesi:

Allumina	Dall'Acqua dell'Arno	grammi	0,0356
	» della Sieve	»	0,0086
	» del Traforo	»	0,0101
	» dell'Ombrone	»	0,0273
	» del Reno	»	0,0102

Soda, magnesia e manganese, ove ne fosse, trovansi nel liquido primo contenente cloruro ammonico ed eccedente ammoniaca.

Procedemmo alla ricerca ed alla separazione del manganese possibilmente esistente, mediante il solfidrato d'ammoniaca saturatissimo di solfido-idrico, e onninamente di carbonato ammonico.

Non mostrarono contenere vestigi del quesito metallo, le acque del Traforo appenninico, dell'Ombrone e del Reno, si ebbero per converso precipitati di solfuro rossigno nelle acque della Sieve (tracce) e dell'Arno (valutabili): e questo precipitato raccogliemmo dopo lungo riposo, lavammo rapidamente con acqua contenente solfidrato d'ammoniaca, indi lo riducemmo insieme col filtro, umido tuttavia, dentro una capsuletta, ed ivi lo decomponemmo con acido cloiridrico concentrato, scaldando tanto che più non si esalasse traccia di idrogeno solforato. Il cloruro manganoso disciolto e limpido per filtrazione, fu decomposto ad ebollizione mediante carbonato di soda, onde se ne ebbe la proporzione in carbonato, il quale dopo i lavacri e lo asciugamento residuossi per la prolungata azione di un forte riscaldamento nell'ossido intermediario $Mn^3 O^4 = (Mn\ O,\ Mn^2\ O^3)$, siccome appesso, cioè:

Acqua dell'Arno ossido grammi 0,00133, acqua della Sieve tracce invalutabili.

D'onde valutossi per litri dieci acqua dell'Arno, *carbonato manganoso* grammi 0,0020.

È quasi inutile dire che questo sale, come già i carbonati di calce, di magnesia, di ferro, che registransi in queste analisi, debbonsi ritenere allo stato di bicarbonati solubili, in virtù dello eccesso del gas carbonico, che tutte indistintamente contengono.

I cinque liquidi ammoniacali e contenenti pur solfidrato, mediante il quale esplorammo la presenza del manganese, fatti limpidissimi per filtrazione, contenevano, residuate in cloruri, oltre la soda, la totalità della quesita magnesia.

Precipitammo questa in altrettante e successive esperienze, mediante il fosfato di soda sciolto, e in eccesso, – il misto subitamente torbido, agitammo per qualche tempo, ed abbandonammo poscia al riposo per circa 24 ore –. Dopo di che, raccogliemmo ciascuno dei cinque precipitati sopra altrettanti filtri, e su quelli persistentemente lavammo con acqua ammoniacale il doppio fosfato, finchè il liquido dei lavacri più non diè traccia di residuo per evaporazione su lamina di platino.

Il fosfato ammonico magnesiano fu quindi asciutto a + 100, distratto dai filtri, e sottoposto ad un crescente riscaldamento fino ad un rosso intenso, tanto che si manifestasse il fenomeno della ignizione, che suole invadere parte a parte siffatto sale se si calcina.

Dalle quantità ottenute del pirofosfato magnesico $= Ph\,O^5\,2\,Mg\,O = \left\{ \begin{array}{l} -\ 64\ 28 \\ +\ 35\ 72 \end{array} \right.$ deducemmo, relativamente alle singole acque poste in esame, la totalità della contenuta magnesia, siccome appresso, cioè:

Acqua litri 10		Pirofosfato		Magnesia
Dell'Arno	grammi	0,1736	=	0,0619
Della Sieve	»	0,6442	=	0,2292
Del Traforo	»	0,1862	=	0,0665
Dell'Ombrone	»	0,1980	=	0,0707
Del Reno	»	0,0877	=	0,0313

La magnesia esiste in proporzioni diverse, ma similmente salificata in queste acque. Vi apparisce in condizioni di bicarbonato fatto insolubile per la evaporazione dell'acque istesse o la ebollizione lungamente protratta, in quanto che i residui della predetta evaporazione o i sedimenti che formansi per una avanzatissima concentrazione, sceverati con acqua stillata da quanto v'ha di solubile, sciolgonsi con effervescenza in acido cloroidrico, e le nuove soluzioni rese ricche di cloruro ammonico e liberate dalla calce mediante un eccesso di ossalato d'ammoniaca, precipitano sensibilmente mediante il fosfato di soda.

Egli è così che valutammo quantitativamente le proporzioni dei *carbonati di calce e di magnesia*, desumendo la calce dall'ossalato ridotto in solfato anidro, con quello istesso procedimento che fu descritto trattandosi della determinazione della totalità della calce – ed il *carbonato magnesico* dal pirofosfato ottenuto, come non ha guari indicammo. – Siffatte proporzioni di sali, che in appresso notiamo come carbonati insolubili, voglionsi ritenere esistenti necessariamente in condizione di bicarbonati, ad esuberanza solubili per gas carbonico normalmente sciolto in queste acque.

La seconda condizione salina della magnesia, è di *solfato*. Infatti l'acqua stillata con cui trattasi il residuo summentovato, mostra di contenere siffatta base, e poichè era giusto di argomentare che anco potesse esistervi come *cloruro magnesico*, inquantochè da tutti i residui

della evaporazione di queste acque, scaldati forte, emanano vapori di acido cloroidrico, così procedemmo non solo alla ricerca in genere, ma alla separazione quantitativa di questi due sali, usando all'uopo dello elegante processo, che consiste nel provocare la scomposizione del solo cloruro magnesico, mediante l'ossido d'argento umido, preparato all'uopo recentemente.

Eliminati come dicemmo i carbonati di calce e di magnesia, ed avuti in limpida soluzione il cloruro di sodio, il solfato di soda e magnesia, non che il cloruro magnesico complessivamente esistenti tra i solubili di queste acque, vi distemprammo e vi facemmo poco bollire un eccesso di ossido argentico in megma. Raccolto sopra di un filtro il precipitato, misto d'ossido d'argento, eccedente, di cloruro insolubilissimo, o della magnesia che già era cloruro, questo misto lavammo con acqua stillata, indi trattammo con acido cloroidrico, il quale disciolse onninamente la quesita magnesia, e rese cloruro insolubile quanto pur v'era d'ossido argentico. La nuova soluzione ci diè con ammoniaca e fosfato di soda la magnesia in doppio fosfato, dal peso del quale deducemmo poscia il cloruro.

Il liquido che filtrò dal misto summentovato, e l'acqua dei lavacri riuniti, dieronci la magnesia già esistente in condizione di solfato non decomposto, precipitandola al solito mediante il fosfato di soda ammoniacale. Riassumendo i resultati di queste varie valutazioni, e proporzionandoli a 10 litri di ciascun'acqua, ne calcolammo per facilitare gli utili paragoni che possono stabilirsi in appresso

Il carbonato
Il solfato ed } magnesici; oltre
Il cloruro
Il carbonato ed } siccome segue, cioè:
Il solfato calcarei

Sali Magnesiaci.

Denominazione	Arno	Sieve	Traforo	Ombrone	Reno
	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi
Carbonato.	0,1120	0,2546	0,0720	0,1040	0,0404
Solfato.	0,0023	0,2021	0,0057	0,0089	0,0078
Cloruro.	0,0182	0,0868	0,0291	0,0382	0,0201
Magnesia, Totale.	0,0619	0,1192	0,0665	0,0708	0,0313
Pirofosfato.	0,1736	0,6442	0,1862	0,1980	0,0877
	SALI CALCAREI				
Carbonato di Calce . . .	0,6615	0,7180	0,6563	0,7734	0,5971
	0,0756	0,0468	0,0310	0,0783	0,0469
Somma dei Sali calcarei	0,7371	0,7648	0,6873	0,8497	0,6457

Valutazione della soda.

A confermare le valutazioni quantitative forniteci già della soda nella operazione tendente a ricercare la presenza della potassa in queste acque, operammo sopra la determinata quantità di due litri di ciascuna di esse. – La concentrammo a riduzione di $1/4$ del primitivo volume, vi aggiungemmo un eccesso di acqua di barite, e ne proseguimmo la concentrazione ulteriormente: – solfati e carbonati alcalini o terrosi, mutaronsi così in sali baritici, insolubili, misti a quanto poteva precipitarsi ezian-

dio vogliasi di ferro, di manganese ec. Raccolto il misto sopra di un filtro, ivi fu reiteratamente lavato con acqua stillata e calda, ed al solito fu aggiunto del carbonato di ammoniaca in eccesso, onde precipitarne la barite del tutto. Filtrato il liquido novellamente, il contenuto carbonato di soda fu decomposto con acido solforico in lieve eccesso; il liquore fu evaporato a secchezza, ed il nuovo residuo di bisolfato ripreso con acqua, onde eliminarne ogni rimanenza di silice. La soluzione di nuovo fu evaporata, il bisolfato fu ridotto in capsula di platino e misto in essa convenientemente con carbonato d'ammoniaca secco e calcinato a peso immutabile. Il residuo solfato anidro di soda, ci diè la soda, siccome appresso, cioè:

Acque litri 1.

Denominazione		Solfato		Soda
1.° Dell'Arno	grammi	0,0516	=	0,0225
2.° Della Sieve	»	0,0589	=	0,0257
3.° Del Traforo	Appenninico	0,0227	=	0,0099
4.° Dell'Ombrone	»	0,0442	=	0,0193
5.° Del Reno	»	0,0213	=	0,0093

La sostanza organica.

Tutte le acque minerali, o di fiume o di pioggia, contengono tracce sensibili di una varia materia organica. Valutarla per quantità definite è per altro più malagevole assai che non constatarne la presenza semplicemente. A quest'ultimo resultato si giunge anche rispetto alle nostre acque in esame, evaporandone una certa quantità, ed il residuo scaldando in capsula di platino, fino al rosso crescente. Ciascuno dei residui delle acque proposte, assume una colorazione giallastra più o meno bruna, per

altro senza giungere allo annerimento. Quel che emana da siffatti residui, è odore non punto ammoniacale, ma come di sostanza humica che si scomponga pel fuoco; - ma insiememente a questo lieve vapore, si esala ancora dell'acido cloroidrico che va perduto.

Non avvi veicolo opportuno ad isolare in genere siffatta materia, la quale può dirsi che si mescoli con tutti i mestrui esercitati sopra i residui della evaporazione, adoprisi pure acqua, alcool, od eliminato il cloruro magnesico, eziandio l'etere.

Noi abbiamo cercato di giungere ad una qualche valutazione relativa di questa sostanza organica, per la differenza di peso secondo ci suggerisce Rose, l'autorità del quale per altro non ci conforta a ritenere come rigorose nel senso di un'espressione numerica le indicazioni che andiamo pur registrando.

Determinata per mezzo della evaporazione a secchezza, ed il riscaldamento a 150 gradi mediante corrente d'aria, il peso immutabile dei residui, siccome vedremo in appresso, valutossi la sostanza organica scaldando i residui stessi a contatto dell'aria fino alla sua completa scomposizione. La perdita in peso si aggrava in special modo di quella dell'acido carbonico dei carbonati terrosi, i quali vengono reintegrati mediante una soluzione di carbonato d'ammoniaca e successivo riscaldamento a bagnomaria.

La differenza di questi due pesi, cioè dei residui asciugati come fu detto, e dei residui calcinati e irrorati del sale ammonico, ci ha fornito le quantità della sostanza organica qui appresso notata, cioè:

Acqua dell'Arno	kil. 10;	sost. org.	gr. 0,0032
Acqua della Sieve	»	»	» 0,0025
Acqua del Traforo appenninico	»	»	» 0,0011
Acqua dell'Ombrone	»	»	» 0,0082
Acqua del Reno	»	»	» 0,0018

Determinazione dei residui salini.

Ancora siffatta valutazione quantitativa non può conseguirsi mai con un'assoluta certezza. Questo è ben noto ai chimici che si sono occupati di questo argomento, e noi costatiamo fin d'ora una qualche differenza tra i complessi residui ottenuti, e la somma dei componenti che vi ha costatato l'analisi particolarmente.

D'altronde queste indicazioni sono d'una immediata significazione nei confronti che sovente è utile di istituire tra le acque potabili; e noi infatti intendiamo di fornire questi dati, al duplice scopo di questi paragoni e del riscontro con la somma dei resultati analitici.

La determinazione del complesso dei materiali esistenti in queste acque, è stata fatta parte a parte e per ciascuna in due reiterate esperienze sopra un litro d'acqua minerale. La evaporazione è stata praticata in una capsula di platino di peso noto a mezzo milligrammo, aggiungendo l'acqua a poco per volta ed operando sopra bagno di sabbia. Da ultimo il riscaldamento è stato protratto fino a 150 gradi all'incirca, fintantochè il peso della capsula rimase immutabile.

La media di questi vari resultamenti, che riduciamo per brevità in una cifra sola, ci diè:

Residuo complesso per litri 1 delle seguenti acque:

Acqua dell'Arno	residuo;	grammi	0,1410
Acqua della Sieve	»	»	0,1916
Acqua del Traforo	»	»	0,1083
Acqua dell'Ombrone	»	»	0,1505
Acqua del Reno	»	»	0,0980

Riassumendo adesso i vari materiali che costatò l'analisi partitamente per ciascun'acqua, e considerandoli siccome in istato di libertà, abbiamo il seguente

PROSPETTO dei principali componenti delle seguenti acque
(litri uno).

COMPONENTI in litri uno	ARNO	SIEVE	TRAFORO	OMBRONE	RENO
	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi
Acido solforico. .	0,0207	0,0310	0,0098	0,0234	0,0101
Cloro.	0,0116	0,0212	0,0062	0,0080	0,0057
Acido silicico. . .	0,0014	0,0026	0,0024	0,0029	0,0018
Acido carbonico. .	0,0347	0,0446	0,0322	0,0392	0,0286
Soda.	0,0225	0,0257	0,0098	0,0193	0,0093
Calce.	0,0400	0,0423	0,0377	0,0463	0,0357
Magnesia.	0,0062	0,0229	0,0065	0,0071	0,0031
Allumina.	0,0035	0,0008	0,0010	0,0027	0,0010
Somma. . . .	0,1406	0,1911	0,1056	0,1489	0,0953

Vedemmo che la calce, la magnesia ed il ferro esistono in queste acque allo stato di *bicarbonati solubili;* e relativamente in tenuissima quantità pure di *solfati*, la sola magnesia e la calce. Annoverammo tra i cloruri, eziandio quello di magnesio, avvegnachè può costatarsi non solo, ma valutarsi mediante l'ossido d'argento che vale a separarlo analiticamente dal solfato che lo accompagna. Premesse queste cognizioni di fatto, la interpretazione degli altri resultati analitici, deriva da ovvi principj di scienza.

L'acido solforico eccedente la quantità valevole a comporre il pochissimo *solfato calcareo*, ed il *solfato magnesico*, è valutato in *solfato* di *soda*. Il cloro compone precipua-

mente di *cloruro* di *sodio*, tranne le millesime proporzioni che costituiscono il precipitato *cloruro magnesico*.

L'*acido silicico* vorrebbesi considerare come esistente in soluzione nelle acque generalmente in stato di *silicato magnesico;* noi ci limitammo ad enunciare semplicemente la esistenza e la quantità come in stato libero, conforme si suole registrare in queste illustrazioni analitiche.

L'allumina è pur segnata nei seguenti prospetti come libera, abbenchè possa logicamente considerarsi come combinata all'acido fosforico, in stato di solubilità dipendente dall'acido carbonico libero.

Ancora emettemmo il dubbio che potesse esistervi come cloruro alluminico, che è sale già costatato da Withering in alcune acque; ma intorno a queste interpretazioni di oziosa sottigliezza scientifica, non insistiamo minimamente, avendo che fare nel caso nostro con quantità tanto esigue di cosiffatti corpi, da non meritare invero ulteriore considerazione, se lo argomento debbe restringersi come conviene ne' limiti delle esigenze igieniche.

Le stesse considerazioni occorrono relativamente al *fluoro* o *fluoruro*, *di calcio* all' *iodio* o agli ammissibili *ioduri*, agli *azotati*, vogliasi di potassa o ammoniaca, alla *litina*, ai *fosfati* ec., i quali tutti se pur ve li costata l'analisi minuziosissima istituita sopra quantità di acqua di gran lunga superiori a quelle che possono individualmente abbisognare nel quotidiano uso delle acque potabili, non hanno applicativa significazione, e quindi cessano di avere importanza in una illustrazione analitica di questa natura.

Quando si vogliono considerare queste acque paragonabilmente alle altre già da lunghissimo tempo usate come buone e potabili da popolazioni numerose, *il confronto non le degrada*, *vogliasi per la somma dei materiali salini*

che tengono in soluzione, *o vogliasi per la natura loro.* Infatti, quanto al residuo che abbandonano per la totale evaporazione, può dirsi ascendere in media a grammi 0,1352 per litro; ovvero a 9 decimi di grano per libbra, peso vecchio toscano. Nel parallelo con quello che lasciano altre acque già usate altrove, possiamo riferirci al seguente specchio, che nello interesse dello argomento ci demmo la cura di redigere.

Città.	Denominazione.		Residui per Litro.
Parigi.	Acqua della Senna superiore;	gram.	0,1826
	Detta alle Pompe	»	0,1250
	Pozzo di Grenelle	»	0,1430
	Acque dell'Ourcq	»	0,2810
Lione.	Acque del Rodano	»	0,1898
	Sorgenti varie, media. . .	»	0,2304
Bourdeaux.	In media, varie sorgenti. .	»	0,7230
Rouen.	La Senna	»	0,1640
Mâcon.	Acque della Saône	»	0,1870
Grenoble.	Acque dell'Isèro.	»	0,1876
Digione.	Acque sorgive varie . . .	»	0,2600
Besançon.	Sorgenti della Bregilla. . .	»	0,2799
	Detta della Mouillère . . .	»	0,3085
	Detta di Billeul	»	0,3307
Ginevra.	Acqua del Rodano	»	0,1820
»	Acque del Lago Leman . .	»	0,1520
Strasburgo.	Acqua del Reno.	»	0,2318
Basilea.	. . . .	»	0,1711
Roma.	Acqua detta Felice	»	0,2700
	Detta di Trevi	»	0,2600
Venezia.	Acque della Brenta e . . .	»	0,1580
	Delle cisterne.	»	
»	Acque dei pozzi artesiani .	»	0,1330

Città.	Denominazioni.	Residui per Litro.
Vicenza.	Acqua dei Berici . . . . gram.	0,1524
	Acqua della Seriola. . . . »	0,6030
Vienna.	Acqua del Danubio. . . . »	0,1254
	Acquedotto Albertino . . . »	0,2300
Londra.	Acque del Tamigi . . . . »	0,3973

Da siffatto prospetto apparisce che quasi nessuna di cotali acque supera, relativamente per scarsità di principj mineralizzatori, queste di cui diemmo minuziosa contezza. Le sole acque della Loira e quelle della Garonna, reputate in esperienza saluberrime, avvicinansi o uguagliano le acque della Sieve e dell'Arno; cedono a quella del Traforo, preferibilissima a tutte, ed a quella del Reno, migliore delle altre eccetto questa dell'Appennino.

Noi saremo condotti a dichiararci anche più esplicitamente, se volessimo seguire le facili illazioni che lo studio dello argomento ci suggerisce, ma non vogliamo preoccupare le parti di quel giudizio igienico di cui sono chiamati ad interessarsi uomini egregi e competentissimi.

Tanto meno ci appartiene di entrare nello argomento della opportunità tecnica, che possono in vario grado presentare queste acque per la loro condotta, e la pubblica loro distribuzione in Firenze. Certamente vorrannosi ritenere preferibili sempre quelle acque, le quali oltre al pregio di una relativa *purezza chimica*, uniscono pur quelli:

1.° Di una quasi costante limpidità;

2.° Di una quasi uniforme temperatura.

Reputiamo la *limpidità* condizione desiderabilissima sempre, inquantochè non obbliga allo indispensabile, difficile e dispendioso esercizio e mantenimento degli apparecchi di filtrazione, i quali d'altronde nuocono in qualche grado al necessario pregio delle acque potabili, cioè alla loro aerazione.

D'altronde vuolsi moderatamente attribuire al consumo individuale della popolazione di una grande e civile città, una quantità d'acqua non minore di 50 litri per giorno; ciò basta perchè si vegga con quale importanza debba annettersi a questo requisito della naturale limpidezza delle acque potabili.

L'altra prerogativa, cioè la *uniformità della temperatura*, ad onta delle vicissitudini delle varie stagioni dell'anno, difficilmente si realizza nelle acque dei fiumi, soggetti ai freddi o ai geli del verno, e per converso alla non punto confortante caldezza della stagione estiva. Un'acqua di sorgente può derivarsi per lungo corso in un canale di condotta, e ridursi alle cisterne di una grande città, senza avere subito un cambiamento nella sua temperatura iniziale, che possa igienicamente essere preso in considerazione.

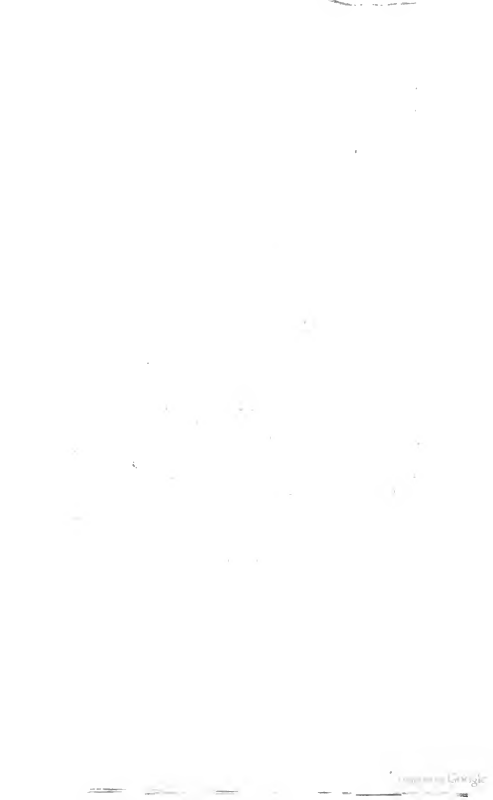
Queste avvertenze, ed i paragoni analitici che adducemmo stanno in pro e contro le proposte acque della Sieve e dell'Arno, scorrenti per lo più torbide e limacciose. *Noi riputiamo rigorosamente veri questi principj di pubblica Idrologia*, e facciamo voti perchè sia possibile conciliare nella scelta che sta per farsi con la necessità che ha Firenze di acque potabili generosamente largite, meglio che la minore spesa, la più sicura convenienza igienica. A ciò consigliano i tempi con la dovizia di cognizioni non dissimulabili che si hanno dello argomento. A ciò finalmente consiglia questa monumentale grandezza di opere volte a pubblica utilità, che dalla passata cittadinanza ereditava Firenze, serbata forse al maggiore destino che possa avere una città nelle future sorti d'Italia.

Aprile, 1863.

Firmati Prof. EMILIO BECHI.
Prof. GIUSEPPE OROSI.

PROSPETTO SINOTTICO GENERALE

delle risultanze analitiche che diedero all' esame chimico le seguenti acque.

COMPONENTI *NB.* I carbonati, voglionsi ritenere allo stato di bicarbonati.	ARNO		SIEVE		TRAFORO		OMBRONE		RENO	
	In 10 litri	In 1 litro	In 10 litri	In 1 litro	In 10 litri	In 1 litro	In 10 litri	In 1 litro	In 10 litri	In 1 litro
			ALLA MEDIA TEMPERATURA DI + 15 CENTIGRADI.							
	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi	grammi
Carbonato di calce.	0,6615	0,0661	0,7180	0,0718	0,6563	0,0656	0,7734	0,0773	0,5971	0,0597
Carbonato di magnesia.	0,1120	0,0112	0,2546	0,0251	0,0720	0,0072	0,1040	0,0104	0,0404	0,0040
Solfato di calce.	0,0756	0,0075	0,0468	0,0047	0,0310	0,0031	0,0763	0,0076	0,0496	0,0050
Carbonato di ferro.	0,0080	0,0008	0,0073	0,0007	0,0016	0,0002	0,0022	0,0002	0,0115	0,0011
Allumina.	0,0356	0,0035	0,0086	0,0008	0,0110	0,0010	0,0273	0,0028	0,0102	0,0010
Acido silicico.	0,0146	0,0014	0,0257	0,0026	0,0252	0,0025	0,0285	0,0029	0,0187	0.0018
Carbonato di manganese.	0,0020	0,0002	tracce	— —	tracce	— —	tracce	— —	tracce	— —
Solfato di soda.	0,2889	0,0289	0,2721	0,0272	0,1398	0,0140	0,3278	0,0328	0,1190	0,0120
Solfato di magnesia.	0,0023	0,0002	0,2021	0,0202	0,0057	0,0006	0,0089	0,0009	0,0078	0,0008
Cloruro di sodio.	0,1766	0,0176	0,2502	0,0250	0,0683	0,0068	0,0873	0,0087	0,0721	0,0072
Cloruro di magnesio.	0,0182	0,0018	0,0868	0,0086	0,0291	0,0030	0,0382	0,0038	0,0201	0,0020
Fluoruro di calcio.	tracce	— —	tracce	— —	tracce	— —	tracce	— —	tracce	— —
Acido azotico.	milligr.	0,3700	milligr.	0,3400	milligr.	0,0400	milligr.	0,2900	milligr.	0,3200
Ammoniaca.	"	0,2070	"	0,2000	"	0,0160	"	0,1800	"	0,1450
Iodio (injoduri in detto)	"	0,0003	"	0,0004	"	— —	indeter.	— —	indeter.	— —
Sostanza organica.	grammi	0,0003	grammi	0,0002	grammi	0,0001	grammi	0,0008	grammi	0,0002
Densità.	1,00025		1,00026		1,00018		1,00024		1,00018	

III.

PARERE DEL R. COLLEGIO

MEDICO-CHIRURGICO-FARMACEUTICO FIORENTINO

INTORNO

ALLE ACQUE POTABILI

PROPOSTE PER LA CITTÀ DI FIRENZE

Estratto dal Libro delle Deliberazioni
dell'anno 1863 — 4 Maggio

Il Regio Collegio medico-chirurgico-farmaceutico fiorentino al seguito dell'invito ricevuto dall'illustre *Magistrato Civico* di *Firenze :*

Vista la relazione scientifica delle analisi eseguite dai periti chimici sigg. professori *Bechi* Emilio e Giuseppe *Orosi* delle acque potabili proposte per l'uso della città di Firenze;

Visto le istruzioni del Collegio stesso comunicate all'onorevole Magistrato Comunale nel Luglio 1860, relative al modo da tenersi nell'eseguimento delle dette analisi;

Udito il Rapporto della Commissione incaricata di referire in proposito ;

Attesochè di fronte alle acque dei fiumi, le buone acque potabili di sorgenti offrono i naturali vantaggi:

1.° Di non andar soggette a frequenti cambiamenti nella chimica composizione ;

2.° Di fornire una gradevole bevanda fresca nell'estate, e temperata nell'inverno quando la loro originale temperatura mite sia convenientemente mantenuta;

3.° Di conservare inalterata la limpidità, e di rendere perciò inutile la filtrazione (operazione sempre dispendiosissima ed inefficace quando abbiasi a praticarla sopra a grandi masse d'acqua);

Considerando che l'acqua del traforo dell'Appennino, a seconda delle analisi dei periti chimici, presenta ancora il pregio notevolissimo di lasciare per l'evaporazione uno scarsissimo residuo di materie fisse, e, relativamente alle altre acque in concorso, la minor porzione di quelle tra le materie disciolte, che nella comune opinione dei medici sono reputate o meno efficaci, o inutili, o dannose alla salute, e segnatamente il *solfato di calce*, *la materia organica*, *l'acido azotico e l'ammoniaca*;

Emette il seguente

Parere.

Tra le acque dei fiumi *Arno*, *Sieve*, *Ombrone*, *Reno*, e l'acqua del *Traforo dell'Appennino* proposte a condursi in Firenze per l'uso pubblico di bevanda, essere preferibile sotto il rapporto della salubrità l'acqua del *Traforo appenninico;* purchè nella condottura della medesima sia opportunamente provveduto, con quei facili mezzi che l'arte tecnica suggerisce, a renderla convenientemente aereata, mantenendo nel resto la sua chimica composizione, e a conservarle la sua temperatura iniziale.

Così deciso ed approvato per partito di voti sedici tutti favorevoli.

Firmati Professor Luigi Del Punta, *Proposto.*
Francesco Sartoni, *ff. di Cancelliere.*

IV.

ALCUNE
CONSIDERAZIONI GEOLOGICHE
SULL'APPENNINO PISTOIESE

PER DELUCIDARE LA PENDENTE QUESTIONE SULL'OPPORTUNITÀ DI VALERSI DELLE NUOVE POLLE RITROVATE CON I LAVORI DELLA VIA FERRATA PER DOTARE FIRENZE DI BUONE ACQUE POTABILI

Qualità diverse delle Fontane e Polle dell' Appennino.

Due distinte e diverse origini hanno le polle, e fontane alpestri. Ve ne sono di quelle alimentate da acque di provenienza superficiale, e son quelle le quali scaturiscono fra la superficie pietrosa dei monti e la parte inferiore di quei grandi strati o materassi di terreno di trasporto ed alluviale, rivestiti dalla vegetazione e suo detritus, dai quali son coperte le cime e la parte elevata dei fianchi di quei monti. Le acque meteoriche cadute sopra i detti materassi, e da questi imbevute e ritenute come in immense spugne, lentamente sgorgandone, danno origine nei punti più bassi alle polle di questa prima categoria.

L'altra categoria o delle polle che hanno origine più profonda, la traggono delle acque che sgorgano dai meati o interstizi apertisi fra strato e strato costituenti le montagne; i quali meati per il solito son ripien delle acque meteoriche, penetratevi dai margini dei meati stessi, che sono aperti alla superficie delle roccie. Le polle di tale origine sono per il solito più persistenti di quelle provenienti da polle della precedente categoria; giacchè mentre i materassi che producono tali polle raramente hanno grande estensione, i vacui o gli spacchi dai quali provengono le acque che producono quelle dalla seconda, ordinariamente ne hanno delle grandissime: perchè spesso non si limitano ad una sola montagna, ma si connettono anche con tutte quelle che formano una stessa catena. E non di rado le dette aperture degli spacchi acquiferi, oltre a ricevere direttamente le acque pluviali che al di sopra vi passano, o si trattengono, sono alimentate ancora da quelle precedentemente riunitesi entro i sopra descritti materassi.

In Toscana si trovano sorgenti di ambo le indicate categorie. Quelle che nei *Monti Pistoiesi*, formati da rocce terziarie eoceniche, danno origine al *Sestaione*, al *Rio maggiore*, all'*Arsiccio*, a *Rio freddo*, alla *Velata*, alla *Verdana ec.*, appartengono alla prima, giacchè son prodotte da quelle limpide e fresche acque, scaturenti sotto i grandi ammassi di terra, l'estate vestiti da belle praterie, l'inverno da nevi, e dai quali son coperte le spianate o i ridossi delle *Tre potenze*, del *Libro aperto*, dell'*Alpe della croce*, del *Teso* ec.

Appartengono alla seconda, cioè a quelle delle fonti originate da acque scaturenti dagli interstizi delle rocce, le polle dell'acqua dell *fonti di Pisa e di Lucca*, che sgorgano di mezzo alli strati del Verucano, e scisti

quarzoso-talcosi del *Monte Pisano*: le abbondantissime e limpidissime delle *Alpi Apuane*, che danno origine ai torrenti *Sezza*, al *Frigido*, al *Carrione*, al *Lucido*. E vi appartengono pure indubitatamente quelle incontrate con i trafori dell' Appennino, giacchè l' ispezione oculare dimostra tale esserne la provenienza.

Grado diverso di purezza delle acque della Toscana, relativamente alla loro attitudine per servir di bevanda.

Acque de' Paduli e Laghi.

Siccome le acque sorgive e fluviali hanno vario grado di purità, o contengono maggiore e minor dose di principj estranei, secondo che attraversarono rocce, scorsero sopra terreni più o meno ricchi di sostanze solubili, o si trattennero in luoghi ove ne potesser ricevere, così è agevole il giudicare *a priori* della loro qualità, studiandone la provenienza, la natura e composizione delle terre o delle pietre con cui stettero in contatto.

Perciò parlando delle acque della Toscana non vi ha dubbio che le peggiori di tutte, o le meno atte alla bevanda, anzi spesso dannose, sieno quelle dei paduli ed anche dei nostri laghi, giacchè avendo questi sponde terrose e fondo di mota, in gran parte formata dagli avanzi delle piante e degli animali che vi perirono e vi si decomposero, non solo contengono sciolti dei sali terrosi ed alcalini, ma ancora delle materie vegeto-animali, delle sostanze cioè d'origine organica, le quali son certamente contrarie alla salute dell' uomo.

Acque dei Fiumi e Torrenti.

Le *acque* dei grandi *fiumi* come per la Toscana quelle dell'*Arno*, dell'*Ombrone di Maremma*, della *Cecina*, della *Sieve*, dell'*Elsa* e dell'*Era*, specialmente nel loro tratto inferiore; non son giammai molto pure, giacchè risultando per la massima parte da acque di pioggia che scorsero sulla superficie del suolo, e dilavandolo ne esportarono tutti i sali solubili che là vi stavano, quanto abbondante copia delle materie organiche che naturalmente vi si trovano, o che dall'uomo vi si distribuivano per le letamazioni, non possan essere giammai d'una sufficiente purezza.

E particolarmente le acque di quelli fra di questi fiumi, che provengono da paesi di *terreni alluviali*, o *terziari pliocenici*, o *miocenici* come la *Cecina*, l'*Era*, l'*Elsa*, la *Sieve* ec., nei quali abbonda il gesso ed il solfato di soda, non che alcuni fosfati, trasportando con loro disciolta maggiore o minore abbondanza di questi sali, oltre alle sopra indicate sostanze organiche, sono assai meno buone di quelle de' fiumi provenienti da terreni eocenici, nei quali le dette sostanze non si trovano, o vi sono in piccola quantità; a tal categoria appartengono la *Lima*, il *Serchio*, l'*Ombrone di Pistoia*, il *Bisenzio* ec.

E qui devesi notare ancora come le acque di quelli dei citati fiumi, scorrenti sui terreni terziari recenti che si versano in fiumi maggiori come quelle dell'*Elsa*, *Era*, *Sieve*, sono costantemente più impure delle acque proprie al tronco del maggior fiume in cui immettono; giacchè non solo queste sono in parte depurate dalle

deposizioni e decomposizioni di parte delle impurità che contenevano, avvenute durante il loro corso, ma specialmente perchè si trovano miste e diluite con quelle somministrate al fiume da più pure sorgenti.

Acque dei Pozzi.

Ancora le *acque dei pozzi* risentono l'influenza de'terreni nei quali sono escavati, giacchè per giungere a pullulare nel pozzo e raccogliervisi, devono per quei terreni traversare, ed in quelli più o meno trattenersi. Di fatto le peggiori di tutte sono quelle che si attingono dai pozzi delle grandi ed antiche città, fabbricate sopra un suolo non ghiaioso ma terroso: giacchè essendo il prodotto delle infiltrazioni del terreno su cui queste città riposano, il quale è impregnato di tutte le deiezioni che da più secoli si sparsero sulla sua superficie, ed in esso s'inzupparono, o che vi furono portate dalle fogne, latrine ec., non possono a meno d'essere della più grande impurità, perciò delle meno atte per la bibita.

Assai più buone sono le acque dei pozzi di città situate sopra un terreno ghiaioso: nel quale le acque sotterranee scorrendo molto liberamente, non solo impediscono quell'ammassarsi ed imbeversi del suolo di deiezioni animali e principii organici, ma ancora affluendo in ciascun pozzo molta abbondante quantità di quella perfettamente pura, vi mantengono una sufficiente bontà. Le acque dei pozzi poi escavati in queste stesse qualità di terreni ghiaiosi, ma lontani dalle abitazioni, sono di gran lunga migliori o più pure, solo contenendo quei pochi sali terrosi che posson esser loro somministrati dal contatto delle rocce fra le quali passarono.

Acque delle Polle e Fontane naturali.

Ancora per la qualità delle acque fontinali, valendo le stesse leggi, la bontà loro deve classarsi in ragione inversa della quantità de' principj solubili che trovansi entro le masse solide per mezzo alle quali passano e dalle quali compariscono. Di fatto le peggiori o più impure son quelle delle sorgive che trovansi nei terreni terziari, miocenici o plocenici, e negli alluviali, giacchè esse danno ovunque acque che non solo contengono una qualche dose di materia organica, ma sempre quantità assai notevole di solfato e carbonato di calce, qualche fosfato, de' sali a base di soda ec. Tali sono la massima parte di quelle del *Volterrano*, delle *Colline pisane*, di *Val d'Elsa Val di Sieve* ec. Al contrario sono purissime quasi quanto l'acqua distillata, quelle che sgorgono dalle roccie dei *Monti di Asciano, Calci*, *Buti* ec.; nel pisano, giacchè essendo tali monti intieramente composti di strati di arenarie silicee, e di scisti siliceo-talcosi, da roccie cioè resultanti da sostanze assolutamente insolubili, nulla possono da queste togliere nel traversarle, e neppure nel soggiornare su di esse.

Classando le acque di polle secondo la loro bontà, dopo le adesso indicate, vengono quelle le quali compariscono di mezzo alli scisti giurassici, ed a quelli eocenici d'argille scistose, vale a dire le provenienti dalla maggior parte delle quali componesi l'*Appenino Pistoiese.* Imperocchè in tali argille scistose, non si contiene di solubile che piccolissima dose di carbonato calcare, e per conseguenza ne è piccolissima la quantità di questo sale terroso, che ridotto allo stato di sopracarbonato, trovasi disciolto nelle acque che ne provengono,

Siccome non tutte le porzioni de' *Monti Pisani*, *Alpi Apuane*, *e catena Appenninica* si compongono di rocce siliceo-talcose, o argillo-scistose, incapace cioè di somministrare quantità apprezzabile di principj terrosi alle acque, ma ve ne sono di quelle o intieramente calcaree, o dove il calcare predomina, perciò ancora nei detti monti vi han polle d'acqua non pure: così per esempio nei *Monti Pisani*, le acque delle *Fonti de' Bagni a S. Giuliano*, che sgorgano da masse di calcare liassico, e quello delle *Fonti di Pietrasanta* nelle Alpi Apuane, provenienti dalli scisti calcariferi, giurassici e neocommisti son molto tartarose, e perciò gravi, o crude come ordinariamente si dicono. Ed in egual modo son poco buone quelle de' bassi colli e contrafforti dell'Appennino posti presso *Prato*, *Pistoja e Firenze* come la *Calvana*, *Montemurello*, *ec.* dalle cui falde provengono le acque delle attuali fonti fiorentine: giacchè tali monti e colli non risultano di sole argille scistose e macigno, come le altre regioni della primaria catena, ma si formano essenzialmente di *Calcaria alberese* e *colombina.*

Molto pure sono ancora le scaturizioni alimentate dalle acque defluenti dai materassi di terreno alluviale e vegetale, posati sopra all'ossatura pietrosa dell'Appennino, giacchè mancando od essendo scarsissimo l'elemento calcare nella terra e nei frammenti di rocce che forman la base di quei materassi e gli ammassi di detriti vegetabili che li rivestono, essendo (specialmente in conseguenza della costante umidità in cui si trovano) ovunque semi-carbonizzati e ridotti quasi in una specie di torba, poco o nulla possono essi pure somministrare alle acque che li traversano.

Da ciò devesi ancora dedurre che le acque le quali scorrono nei torrenti alpini sopraindicati, cioè nella *Lima*

Limeste, Maresca, Orsigna, Verdura, Sestaione ec., provenendo o dagli indicati materassi, o dalle polle che sgorgano di mezzo alle rocce eoceniche sono in generale molto pure ed attissime alla bevanda, specialmente dopo esser state private, facendole passare per varii purgatoi, delle malecole terrose che sogliono tenere in sospensione.

Argomenti che trar si possono dalla struttura geologica e conformazione fisica dell'Appennino Pistoiese per dedurne se le acque incontrate con i trafori saran permanenti o passeggere, abbondanti o scarse.

Per dare un giudizio riguardo all' opportunità di valersi delle polle trovate con i trafori dell'Appennino onde approvvisionare Firenze d' acque potabili, la prima e importante quistione da risolversi, si è quella relativa alla loro persistenza, cioè se esse provenendo da vere e perenni sorgenti, si manterranno nella copia in cui adesso si presentano, oppure se essendo nvece lo scolo di grandi vacui o serbatoi sotterranei, una volta questi vuotati si esauriranno del tutto, o si ridurranno povere e intermittenti.

Egli è certamente impossibile il risolvere adesso con assoluta certezza una tal questione, ma per altro prevalendosi delle due uniche qua ità di dati dei quali possiamo valerci, cioè dei teorici, si può arguire con molta plausibilità qual sia la più probabile soluzione di tal quesito.

I dati pratici o quelli risultanti dal fatto stesso della defluenza di quelle polle, anzichè darci motivo di temere ch' esse sieno per esaurirsi, ci autorizzano invece a credere debbano essere perenni: imperocchè, secondo le osservazioni raccolte dagl' ingegneri che dirigono quei trafori le

acque fluenti dai medesimi, anzichè andare diminuendo con lo scorrere del tempo, sono andate aumentando.

Un resultato analogo ci dà poi l'esame dei dati teorici, di quelli cioè che si ottengono dallo studio geologico di quelle montagne; dati essi pure provenienti da fatti, ma meno direttamente connessi col fenomeno di cui ci occupiamo.

Onde far comprendere la nostra maniera di vedere su tal particolare, e far conoscere il valore di questa, è indispensabile incominciare da dare una giusta benchè compendiosa idea della struttura delle montagne nelle quali sono state trovate le acque che è questione di utilizzare.

L'Appennino Pistoiese, è la porzione toscana di questa gran catena di monti nella quale sono avvenuti i maggiori dislocamenti, rotture e variazioni di pendenza dei suoi strati. Dai confini Liguri fino a quelli dell'Umbria, gli strati di arenaria macigno e delle argille scistose dell'epoca eocenica, che essenzialmente la costituiscono (in poche località apparendovi il sottostante terreno cretaceo), han quasi ovunque come loro essenzial direzione quella da N. O. a S. E., ed inclinano verso N. E. Egli è per tal ragione che mentre il versante Lombardo di questa catena ha una pendenza assai dolce e formasi non solo di terreni eocenici, ma ancora di miocenici e plicenici, il versante toscano invece ha pendenza molto più ripida ed abrutta, e costituiscesi quasi ovunque di solo terreno eocenico; giacchè mentre dal lato Lombardo gli strati eocenici dell'Appennino presentano il loro dorso che va ad immergersi sotto i secondari monti e sotto le colline mioceniche e plioceniche del *Parmigiano*, *Modanese* e *Bolognese*, dal lato opposto o Toscano, cioè a S. O., si mostrano le sole testate degli

stessi strati eocenici, che per essere stati troncati e sollevati posteriormente alla deposizione di più recenti terreni, questi mancano del tutto sul detto versante.

Per altro nel tratto d'Appennino appartenente ai Comuni di *Pistoia* e di *Prato*, dal quale sgorgano le acque in questione, trovasi tal generale struttura, e la descritta disposizione di strati, alterata in modo cospicuo, e tale da meritare di esser presa in considerazione, onde avere idee esatte sulla natura e provenienza di dette acque.

Studiando l'indicato tratto della gran costiera appenninica, o quello che resta interposto fra il *Torrente Scoltenna* del Modenese, ed il *Bisenzio* toscano, tratto al solito diretto N. O. S. E., vedesi che verso la sua metà è traversata da una rottura o *fallia*, nella quale scorre a N. E. il *Reno*, a S. O. la porzione più alta d'*Ombrone*. E vedesi pure che l'indicata porzione d'Appennino che resta a levante di questa fallia, cioè quella compresa fra il *Reno* ed il *Bisenzio*, risulta da un nucleo d'alte montagne, i di cui strati son molto disordinati, ma generalmente inclinati a N. E., dal lato N. solcato da profonde ed anguste valli, nelle quali scorrono il *Brasimone*, le *Limentre* ed i loro minori affluenti. L'altra porzione poi, quella cioè a ponente della fallia, compresa fra il *Reno* e la *Scoltenna*, risulta invece da un'immensa massa di strati senza traversali cospicue rotture, aventi la solita e normale direzione N. O. S. E., ma che invece di avere la inclinazione ordinaria a N. E. l'hanno a S. O.

Esaminata così la struttura geologica, e conformazione fisica dei monti, nei quali stanno le scaturigini le cui acque si progetta di condurre a Firenze, per scendere adesso a mostrare come tal cognizione ci offra argomenti per dedurne che dette acque debbono esser perenni e sempre in quantità notevole, faremo notare quanto appresso:

1.° Che la gran galleria dell'Appennino dalla quale sgorgano le dette acque, è aperta in una minor costiera, che essendo diretta da S. O. a N. E., separa l'alta *Val di Reno* dall'alta *Val d'Ombrone*; la quale essendo formata da strati che hanno non solo la stessa natura litologica, ma ancora la stessa direzione da N. O. a S. E. ed inclinazione S. O., di quelli componenti il tratto occidentale sopra descritto della gran catena appenninica (cioè di quella del *Teso, Mandromini, Corno alle Scale, Uccelleria, Cimone*) non può dubitarsi che ne sia la continuazione;

2.° Che le acque in questione provengono non dalla superficie delle masse stratificate, o del nucleo pietroso del monte, bensì dalli spacchi e meati che stanno fra strato e strato delle rocce costituenti quella montagna;

3.° Che essendosi veduto come gli strati dei monti pistoiesi, i quali si trovano a levante dell'altra *Valle d'Ombrone*, e che connettonsi ad E. con i *Pratesi*, hanno una direzione diversa da quella adesso descritta, non possono essere con gli altri continui, e ne debbono essere stati separati da quel movimento che originò la fallia sopramenzionata;

4.° Che detta porzione di giogana, la quale estendesi dal *Teso* al *Cimone*, alla cui estremità orientale stanno le polle, è delle più elevate dell'Appennino, e formasi di una massa non interrotta di monti dell'estensione di trenta chilometri, la quale va elevandosi da S. E. a N. O., in modo che mentre il punto più alto della gran galleria, il suo imbocco in *Val di Reno*, sta a 683 metri al di sopra del livello del mare, trovasi che procedono a N. O. alla sommità detta dell'*Uccelliera* raggiunge i metri 1797 (perciò vi è un'elevazione superiore a quella del detto imbocco di metri 1115), a quella del *Corno alle Scale* metri 1939 (o superiore all'imbocco metri 1257), del

Libro Aperto metri 1963 (all'imbocco superiore di metri 1248), ed infine all'estremità N. O. ove è la gran massa del *Cimon di Forano*, giunge ai metri 2165 sopra il livello del mare (o sopra l'imbocco metri 1483).

Da tutto ciò adunque si può conchiudere che superiormente al livello da cui compariscono le nuove scaturigini d'acqua o superiormente all'imbocco N. O. della gran galleria, vi ha un'imponentissima mole; la cui altezza è maggiore a quella dell'imbocco dai metri 1115 a 1483; e che questa mole è formata dalla continuazione di quelli stessi strati, i quali costituiscono il monte in cui si va escavando la detta gran galleria dell'Appennino.

Conseguenza d'una tale struttura si è, che se, come è probabile, esistano fra gl'indicati strati delle fenditure e degli spacchi, in queste s'insinuino le acque piovane, o quelle provenienti dalla fusione delle nevi, e vi formino altrettante vene acquee, le quali guidate dalla forza di gravità discendendo debbono andare a scaturire e sgorgare dalle aperture che si trovano nelle regioni più inferiori. Ora, siccome con le escavazioni della galleria dell'Appennino, e dei dipendenti pozzi che vi sono stati eseguiti e che si vanno eseguendo nell'estremità orientale di quella immensa serie di strati, da cui componesi la elevata giogana (che estendesi non interrotta fino al *Cimon di Forano*), si sono aperti de' nuovi sbocchi ne' vacui interposti agli strati stessi, cioè in quei vacui nei quali debbono scorrere le dette vene di acque, egli era naturale conseguenza che le acque di quelle vene si facessero strada per le nuove aperture, e dessero origine ad altrettante polle e fontane.

In tal modo adunque, applicando a quel tratto d'Appennino la teoria del celebre Vallisnieri sull'origine delle fontane, si ha la giusta spiegazione della provenienza

delle acque comparse nei trafori dell'Appennino. Ed il fatto sul quale ci siamo dati cura d'insistere, dell'esistenza cioè e dell'estensione d'una grande ed elevata massa, nella quale continuansi con una stessa direzione ed inclinazione gli strati traversati con la galleria, e fra i quali è possibile si estendano egualmente quei vacui frapposti agli strati stessi, che servono di veicolo e di serbatoio alle acque meteoriche, dà argomento a sperare nella perenne e costante affluenza delle acque nuovamente comparse, le quali potendovisi raccogliere sopra una superficie non minore di 240 chilometri, si ha ragione di credere, sieno per essere costantemente in grande abbondanza.

Non dobbiamo per altro omettere di far notare come si possa opporre a questa teorica la considerazione che la generale struttura litologica di que'monti, non sembri adattata a racchiudere in sè grandi depositi d'acqua; giachè non essendo i monti stessi formati come le *Alpi Apuane* ed i *Monti Pisani* di rocce calcaree e siliceo-talcose; le quali rocce restando impassibili all'imbibizione dell'acqua, mantengono i loro spacchi e divisioni perfettamente pervie; ma invece si formano per la massima parte di scisti argilloso-scistosi, piuttosto fragili, e che in conseguenza coll'impregnarsi d'acqua, e col rigonfiarsi fan ristringere ed anche serrare i meati che in queste rocce si eran prodotti. A tale obiezione che la teoria ci presenta, e che a prima vista sembra inoppugnabile, nel caso presente noi abbiamo ad opporre il fatto certo ed incontestabile dello sgorgo di quantità cospicua d'acqua di mezzo a quelli strati dell'Appennino che si traversarono con i lavori della ferrovia. E dobbiamo poi far notare come si possa plausibilmente spiegare il fenomeno dell'esistenza di vene acquee ancora framezzo alli strati

appenninici, considerando che questi non sôn tutti generalmente composti di argille scistose, ma che se ne trovano a questi interposti alcuni di arenaria-macigno, non alterabili dalle acque: ed oltre a ciò che ancora nelle grandi masse d'argille scistose, non tutti i loro strati sono permeabili e rigonfiabili egualmente dall'umidità, ma che molti ve ne sono d'una tessitura più compatta, nei quali l'acqua ha poca ed anche punta azione; dal che si deve inferire quanto di fatto riscontrasi, che mentre le montagne composte da rocce secondarie antiche, cioè *calcaree e siliceo-talcose*, quali sono le *Alpi Apuane*, *Monti pisani* ec., debbon dar ricetto ed adito a quantità d'acque molto abbondanti, quelle invece che resultano da rocce terziarie antiche, come gli *appenninici*, quantunque non possano racchiudere e dar passaggio a copia tanto cospicua d'acqua, possono pur nonostante raccoglierne, contenerne e lasciarne sgorgare in sufficiente quantità.

Pisa, 3 *Febbraio* 1863.

Firmato Paolo Savi.

INDICE

Allegati.